

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Факультет біотехнології і біотехніки
Кафедра екобіотехнології та біоенергетики

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Кузьмінський Є.В.

(підпис) (ініціали, прізвище)

“ ____ ” _____ 2019р.

Дипломний проект

на здобуття ступеня бакалавра

з напряму підготовки 6.051401 «Біотехнологія»
(код і назва)

на тему: «Біологічне очищення стічних вод м. Чернігів і фабрики первинної обробки вовни»

Виконав (-ла): студент (-ка) 4 курсу, групи БЕ-51

_____ Невгасима Аліса Андріївна

(прізвище, ім'я, по батькові)

_____ (підпис)

Керівник _____ к.т.н., ст. викл. Жукова В.С.

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Консультант Графічна частина _____ д.т.н., проф. Саблій Л.А.

(назва розділу)

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище, ініціали)

_____ (підпис)

Рецензент _____ д.б.н., проф. Галкін О.Ю.

(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному проекті немає
запозичень з праць інших авторів без відповідних
посилань.

Студент _____

(підпис)

Київ - 2019

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»**

Факультет біотехнології і біотехніки
Кафедра екобіотехнології та біоенергетики

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Напрямок підготовки 6.051401 «Біотехнологія»

(код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Кузьмінський Є.В.
(підпис) (ініціали, прізвище)

«___» _____ 2019р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект студенту

Невгасима Аліса Андріївна

1. Тема проекту «Біологічне очищення стічних вод м. Чернігів і фабрики первинної обробки вовни»,

керівник проекту к.т.н., ст. викл. Жукова В.С.,

затверджені наказом по університету від «___» _____ 20__ р. № _____

2. Термін подання студентом проекту _____

3. Вихідні дані до проекту: розрахункова витрати стічних вод 65000 м³/добу, з них побутових 60000 м³. Характеристика річки, в яку скидаються стічні води: розрахункова витрата 95% забезпеченості 18 м³, швидкість течії річки при розрахунковій витраті 1,5 м/с, середня глибина річки 2,5 м, коефіцієнт звивистості 1,4, вид водокористування рибогосподарське, концентрація кисню в воді влітку 8,0 мг/дм³, концентрація завислих речовин 18 мг/дм³, БСК_{повн} 3 мг/дм³; відстань по фарватеру річки до найближчого пункту

					ЕКБ.БЕ5117.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

водокористування 2,5 км; температура суміші стічних вод, що поступають на очисні споруди: середньорічна 24°C, середньозимова 16°C, середньомісячна за літній період 26°C, мінімальна середньомісячна 15°C.

4. Зміст пояснювальної записки: перелік умовних позначень; вступ; розділ 1. Характеристика сировини, біологічного агента. Обґрунтування технології; 1.1 Характеристика стічних вод фабрики первинної обробки вовни; 1.2 Існуючі технології очищення стічних вод фабрики первинної обробки вовни; 1.3 Обґрунтування вибору технології для фабрики первинної обробки вовни; 1.4 Вибір та обґрунтування технології біологічного очищення стічних вод міста Чернігів та фабрики первинної обробки вовни; 1.5 Характеристика біологічного агента; розділ 2. Біохімічні основи технологічного процесу; 2.1 Схема перебігу процесів в аеротенку; 2.2 Схема перебігу процесів в аеробному стабілізаторі; 2.3 Характеристика кінцевого продукту; Розділ 3. Технологічна частина; 3.1. Опис технологічної схеми біологічного очищення стічних вод міста та фабрики первинної обробки вовни; 3.2. Матеріальний баланс; 3.3. Контроль виробництва; Розділ 4. Розрахунок витрат і концентрації забруднюючих речовин в стічних водах міста та фабрики первинної обробки вовни; 4.1. Розрахунки витрат стічних вод; 4.2 Розрахунки концентрацій забруднень стічних вод; 4.3 Розрахунковий коефіцієнт змішування стічних вод з водою річки; 4.4 Необхідний ступінь очищення стічних вод; 4.5 Розрахунок первинних відстійників; 4.6 Розрахунок загальної витрати осадів; 4.7 Розрахунок і проектування аеробного стабілізатора; Розділ 5. Охорона праці та довкілля; висновки; список використаної літератури; додатки.

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо): технологічна схема (A1), апаратурна схема (A1), аеробний стабілізатор (A1).

6. Консультанти розділів проекту*

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Графічна частина	Професор каф. екобіотехнологій та біоенергетики, д.т.н., професор Саблій Л.А.		

7. Дата видачі завдання _____

* Консультантом не може бути зазначено керівника дипломного проекту.

					ЕКБ.БЕ5117.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Пошук літературних джерел		
2	Вивчення умов формування та складу стічних вод фабрики первинної обробки вовни. Аналіз існуючих технологій очищення стічних вод фабрики первинної обробки вовни, вибір і обґрунтування ефективнішої технології.		
3	Вибір технології біологічного очищення суміші стічних вод міста Чернігів і фабрики первинної обробки вовни. Опис біологічного агента.		
4	Огляд перебігу біохімічних процесів в аеротенку, аеробному стабілізаторі. Характеристика кінцевого продукта.		
5	Розрахунок матеріального балансу.		
6	Розрахунки обладнання, витрат, концентрацій забруднень, необхідний ступінь очищення стічних вод, загальної витрати осадів.		
7	Розробка технологічної, апаратурної схеми, креслення аеробного стабілізатора.		
8	Охорона праці та довкілля.		
9	Оформлення пояснювальної записки, графічної частини.		

Студент

(підпис)

А.А. Невгасима

(ініціали, прізвище)

Керівник проекту

(підпис)

В.С. Жукова

(ініціали, прізвище)

					ЕКБ.БЕ5117.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 67 с., 4 рисунки, 8 таблиць, 25 посилань.

Обрано і обгрунтовано технологію біологічного очищення суміші стічних вод міста Чернігів і фабрики первинної обробки вовни, за допомогою якої отримано очищену стічну воду з доведеними до норми скиду в річку показниками. В проекті надано характеристику фізико-хімічного складу стічних вод підприємства, обрано та обгрунтовано технологію попереднього очищення стічних вод фабрики первинної обробки вовни. Наведено опис біологічного агента. Описано схему перебігу біохімічних процесів в аеротенку та аеробному стабілізаторі. Позначено основні точки контролю в технології біологічного очищення. Розраховано матеріальний баланс, витрати, концентрації стічних вод, необхідний ступінь очищення стічних вод. Виконано розрахунки первинних, вторинних відстійників, аеробного стабілізатора, загальної витрати осадів.

БІОЛОГІЧНЕ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД, АЕРОБНИЙ СТАБІЛІЗАТОР, АКТИВНИЙ МУЛ, ВІДСТОЮВАННЯ, ФАБРИКА ПЕРВИННОЇ ОБРОБКИ ВОВНИ, БІОЛОГІЧНИЙ АГЕНТ.

					ЕКБ.БЕ5117.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

SUMMARY

Explanatory note: 67 p., 4 figures, 8 tables, 25 references.

The technology of biological wastewater treatment of the city of Chernihiv and primary wool-processing factory, with the help of which purified water was recieved, is developed. The description of the physico-chemical composition of waste water is justified. The technology of preliminary wastewater treatment of the factory of primary processing of wool is selected and substantiated. A description of the biological agent is given. The scheme of flow of biochemical processes in aerotanks and aerobic stabilizer is described. The main points of control in the technology of biological treatment are marked. The material balance, expenses, concentration, necessary degree of the purification are calculated. The calculations of primary, secondary clarifier, aerobic stabilizer, total sediment consumption are made.

BIOLOGICAL WASTEWATER TREATMENT, AEROBIC STABILIZER, ACTIVATED SLUDGE, SEDIMENTATION, PRIMARY WOOL-PROCESSING FACTORY, BIOLOGICAL AGENT.

					ЕКБ.БЕ5117.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	8
ВСТУП	9
РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ, БІОЛОГІЧНОГО АГЕНТА. ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ.....	10
1.1 Характеристика стічних вод фабрики первинної обробки вовни.....	10
1.2 Існуючі технології очищення стічних вод фабрики первинної обробки вовни	13
1.3 Обґрунтування вибору технології для фабрики первинної обробки вовни	17
1.4 Вибір та обґрунтування технології біологічного очищення стічних вод міста Чернігів та фабрики первинної обробки вовни	21
1.5 Характеристика біологічного агента	23
РОЗДІЛ 2. БІОХІМІЧНІ ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ	27
2.1 Схема перебігу процесів в аеротенку	27
2.2 Схема перебігу процесів в аеробному стабілізаторі	29
2.3 Характеристика кінцевого продукту	31
РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	32
3.1. Опис технологічної схеми біологічного очищення стічних вод міста та фабрики первинної обробки вовни.....	32
3.2. Матеріальний баланс	36
3.3. Контроль виробництва.....	40
РОЗДІЛ 4. Розрахунок витрат і концентрації забруднюючих речовин в стічних водах міста та фабрики первинної обробки вовни	45
4.1. Розрахунки витрат стічних вод.....	45
4.2 Розрахунки концентрацій забруднень стічних вод	45
4.3 Розрахунковий коефіцієнт змішування стічних вод з водою річки	47
4.4 Необхідний ступінь очищення стічних вод	48
4.5 Розрахунок первинних відстійників.....	50
4.6 Розрахунок загальної витрати осадів	52
4.7 Розрахунок і проектування аеробного стабілізатора	Ошибка! Закладка не определена.
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ	57
ВИСНОВКИ.....	59
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	60
ДОДАТКИ.....	Ошибка! Закладка не определена.

					ЕКБ.БЕ5117.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ПОВ — первинна обробка вовни.

ПАР — поверхнево-активні речовини.

СПАР — синтетичні поверхнево-активні речовини.

ВНІІ ВОДГЕО — Всеросійський науково-дослідний і конструкторсько-технологічний ін-т водопостачання, каналізації, гідротехнічних споруд та інженерної гідрогеології.

ХСК — хімічне споживання кисню.

БСК — біологічне споживання кисню.

БСК_{повн} — повне біологічне споживання кисню.

					ЕКБ.БЕ5117.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Актуальність роботи полягає в тому, що в останні роки проблема стічних вод набуває все більшої гостроти в усьому світі, в тому числі в Україні. У процесі побутової та виробничої діяльності сучасне суспільство споживає все більше води, частина якої забруднена специфічними речовинами, характерними для окремих підприємств. Їх потрапляння в навколишнє середовище наносить необоротних збитків екології, і тому стічні води підлягають обов'язковій очистці.

Метою дипломного проекту є вибір та обґрунтування ефективних технологій біологічного очищення стічних вод, обробки осаду міста Чернігів та фабрики первинної обробки вовни.

Вовномийні стічні води являють собою складну багатокomпонентну гетерогенну систему, дисперсна фаза якої володіє значною кінетичною та агрегативною стійкістю. У своєму складі вони містять високі концентрації завислих речовин, жирів, вовни та поверхнево-активних речовин. Все це свідчить про їх небезпеку для навколишнього середовища. Щоб забезпечити екологічну безпеку належною мірою, у роботі поставлені такі завдання:

- розглянути технології попереднього очищення стічних вод фабрики первинної обробки вовни, обрати та обґрунтувати найбільш ефективну технологію;
- обґрунтувати технологію біологічного очищення стічних вод міста, обробки осаду і фабрики первинної обробки вовни;
- провести розрахунки витрат і концентрацій забруднюючих речовин в стічних водах, необхідний ступінь очищення стічних вод міста та фабрики первинної обробки вовни, очисних споруд та загальної витрати осадів;
- представити креслення А1 аеробного стабілізатора, технологічної та апаратурної схеми біологічного очищення стічних вод міста та фабрики первинної обробки вовни.

					ЕКБ.БЕ5117.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ, БІОЛОГІЧНОГО АГЕНТА. ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ

1.1 Характеристика стічних вод фабрики первинної обробки вовни

Процес первинної обробки вовни включає в себе приймання вовни за кількістю і якістю, мийку вовни, сушку, сортування чистої вовни, пресування, фасовку. Промислове сортування вовни здійснюють вручну на конвеєрних лініях шляхом поділу рун на окремі частини, що представляють собою певні сорти з різними фізико-механічними і технологічними властивостями волокна (тонина, довжина, міцність, стан, колір). На рисунку 1 представлена технологічна схема переробки вовни (верблюжої, овечої і козячої).

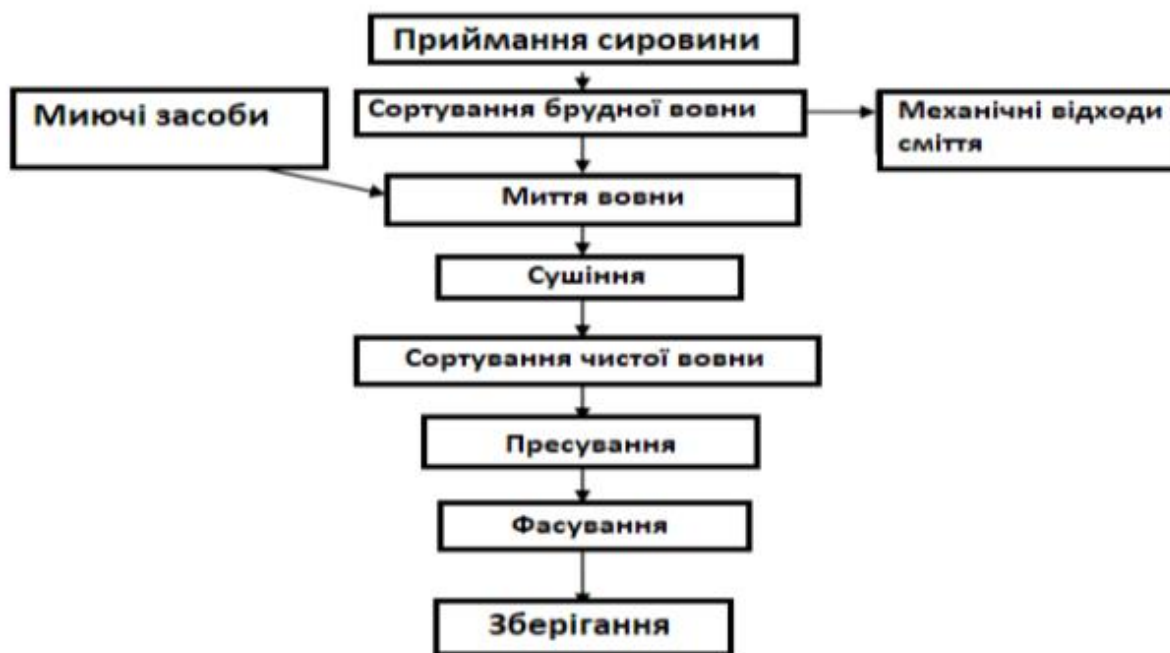


Рис. 1. Схема технології переробки вовни.

Завдання етапу первинної обробки вовни – закінчити формування великих однотипних партій вовни однакового технологічного призначення, звільнити шерсть шляхом промивання від вовняного жиру, поту, розчинних базових домішок, мінеральних забруднювачів і по можливості від більшості рослинних домішок. В випущених партіях вовни повинно міститися певна, необхідна для збереження властивостей волокна кількість вовняного жиру і

					ЕКБ.БЕ5117.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

допустима кількість мінеральних та інших домішок. Якщо вовна забруднена такими рослинними забруднювачами, які не видаляються звичайним промиванням, то вовну піддають карбонізації, тобто впливу на неї слабкими розчинами сірчаної кислоти і досить високою температурою при висушуванні. В цьому випадку рослинні забруднювачі обвуглюються і легше видаляються механічним шляхом. На підприємствах первинної обробки промивка вовни організовується так, щоб було можливо витягти з промивних вод вовняний жир (ланолін), який є найціннішим сировиною для косметичної і фармацевтичної промисловості [1].

Вода широко використовується в галузі первинної обробки вовни (ПОВ) для промивних процесів. Після промивання з сировини видаляються забруднюючі домішки, які цілком переходять в промивні водні розчини. Зазвичай у вихідній (забрудненій) вовні міститься до 40% чистого волокна і 60% домішок.

Для очищення вовни від забруднень використовують водні технологічні промивні процеси:

- однокаскадні — періодичний і прямоточний безперервні;
- каскадні багатоступінчасті протиточні послідовні;
- каскадні багатоступінчасті прямоточні з періодичною зміною миючого розчину
- комбіновані протиточні і прямоточні;
- рециркуляційні однокаскадні;
- рециркуляційні багатокаскадні.

Процес повного змішання вовни і води є безперервним. В апарат безперервно подається певна кількість вихідної сировини і рідини.

Практика показує, що найбільш важко промивається тонка шерсть (наприклад, мериносова, верблюжа), що має вихід 40% і нижче. Зазвичай для такої вовни застосовуються мийні машини, що складаються з п'яти або шести барок. На підприємстві первинної обробки вовни використовується принципова схема шестикаскадного мийного агрегату, в якому брудна шерсть

					ЕКБ.БЕ5117.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

послідовно відмивається в шести мийних барках. Кожен цикл процесу промивання полягає в замочуванні, полосканні і одноразовому віджиманні при передачі промивної вовни в наступну мийну барку. Призначення останньої по ходу руху вовни барки полягає у вимиванні з вовни залишків мийних засобів. Чиста вода подається в напрямку, протилежному руху вовни, тобто спочатку в шосту барку, потім з неї в п'яту і т.д. Такий процес отримав назву протivotочне промивання вовни. З першої барки відводяться висококонцентровані вовномийних стічні води, що містять забруднювачі і використані реагенти. В якості миючих засобів широко використовуються мило, синтетичні миючі засоби, такі як сульфонол НП-3, сульфонат, сода і інші [2].

В технології ПОВ основна операція пов'язана з використанням великої кількості води і хімічних матеріалів. Навіть невелика присутність поверхнево-активних речовин (ПАР) і жирів в водоймах викликає порушення кисневого режиму. Використовувані в процесі промивки вовни солі і луги (хлорид натрію і кальцинована сода) сприяють засолення ґрунтів і порушення кислотного балансу водойм. Згідно принципової схеми утворення стічних вод в вовномийному виробництві, концентрація забруднень в стоці безпосередньо залежить від якості сировини, що подається на промивання (від вмісту в ньому сторонніх домішок) і від обсягу води, що бере участь в процесі. На виробництвах ПОВ утворюються висококонцентровані вовномийних стічні води (ВСВ), кількісний і якісний склад забруднень яких залежить від якості вихідної вовни і водної технології, використовуваної для її промивання. Крім забруднень, що знаходяться в немитій вовни, ВСВ містять ще реагенти, використовувані для приготування мийних розчинів. Залежно від умов вирощування та породи овець неміта шерсть містить механічні домішки: пісок, глину, частинки ґрунту і рослин, гній, а також специфічні забруднення вовняний жир і піт [3].

					ЕКБ.БЕ5117.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1. Питома кількість забруднень у промивній воді первинної обробки вовни.

Забруднювач	Кількість забруднень у кг на 1 тону промивної води		
	Тонка вовна	Напівтонка	груба
Вовняний жир	250-350	200	40-60
Піт	170	160	120
Механічні домішки	600-700	500-600	300
Волокно	1-5	1-5	1-5

Таблиця 2. Основні показники забруднень стічних вод фабрик первинної обробки вовни.

Забруднювач	Неочищена стічна вода	Стічна вода після двогодинного відстоювання
Завислі речовини, г/дм ³	6-24	5-14
Вовна, мг/дм ³	10-500	0,5-5
Жири, мг/дм ³	1500-60000	1000-4300
СПАР, мг/дм ³	370-800	300-600
Лужність, мг/дм ³	50-92	50-98
ХСК, мг/дм ³	25000	6000-26000
Твердий залишок, г/дм ³	9-35	8-22
pH	8-10,5	8-10,5

1.2 Існуючі технології очищення стічних вод фабрики первинної обробки вовни

На більшості сучасних фабрик первинної обробки вовни очищення стічних вод передбачається в два етапи. На першому з найбільш зажирених

					ЕКБ.БЕ5117.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

стічних вод вилучають вовняний жир. Регенований вовняний жир є другорядною продукцією фабрик. На другому етапі здійснюється загальне очищення стічних вод за всіма показниками, ступінь якого визначають у кожному конкретному випадку, виходячи з місцевих умов.

Очищення (другий етап) можна здійснювати різноманітними методами за різними технологічними схемами. У практику останніх років увійшли метод зброджування стічних вод, схема технології якого показана на рисунку 3, та метод реагентно-флотаційного очищення, схема технології якого наведена на рисунку 4.

ВНП ВОДГЕО розроблена схема технології очищення вовномийних стічних вод з використанням метантенків. Механічна очистка відбувається за допомогою первинних відстійників та флотатора, який ефективно затримує частинки вовни. У метантенках першого ступеню підтримується необхідну для очищення концентрацію осаду шляхом його повернення з метантеків другого ступеню. Вміст метантенків першого ступеню постійно перемішується, тоді як у метантенках другого ступеню відбувається зброджування органічних речовин та ущільнення зрілого осаду. Стічні води та зрілий осад подають у верхню частину метантенків першого ступеню, а відводять у нижній частині. В метантенках другого ступеню вода поступає знизу, а виводиться зверху. Після метантенків встановлено камеру газовідділення у вигляді змішувача з пропелерною мішалкою. Вторинний відстійник встановлено з реагентним видаленням (коагулянт FeCl_3). Для очищення СВ від сполук азоту встановлено аеротенк з подовженою аерацією. Обробка стічних вод одностадійна, проводиться до повної нітрифікації в одній споруді. У цьому випадку виділяється секція денітрифікації, в яку подається органічний субстрат; перемішування в ній здійснюється механічними мішалками без подачі повітря [4,5]. Насьогодні технологія очищення вовномийних стічних вод з використанням метантенків активно використовуються в Мельбурні, Австралія [6].

					ЕКБ.БЕ5117.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

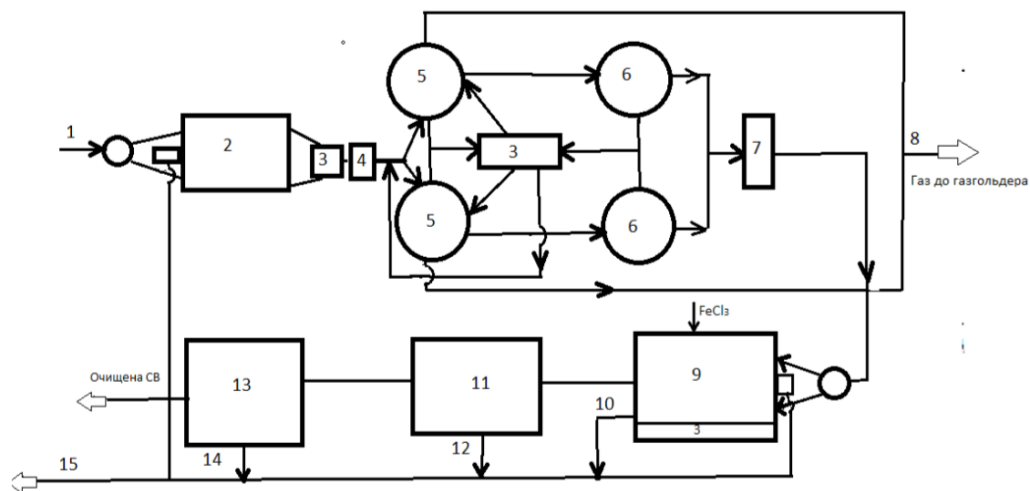


Рис.3. Схема технології №1 очищення стічних вод фабрики ПОВ у метантенках [4]: 1-трубопровід для подачі стічної води на очисні споруди, 2-первинні відстійники, 3-насосна станція, 4-флотатор, 5-метантенки першого ступеню, 6-метантенки другого ступеню, 7-камера газовідділення, 8-трубопровід для подачі газу в газгольдер, 9-вторинні відстійники, 10-трубопровід для подачі води, 12,13,14, 15-трубопроводи для відведення осадів, 11-аеротенк із зонами нітрифікації та денітрифікації, 13-третинний відстійник.

Відомий метод реагентно-флотаційного очищення, розроблений в Українській державній академії водного господарства. Вилучення забруднень (вовни, завислих речовин) за цим методом здійснюється бульбашками вуглекислого газу, який виділяється під час підкислювання стічних вод (хімічна флотація). Фактично це є хімічним очищенням, що за формою відрізняється від хімічного очищення лише послідовністю введення реагентів. Технологічна схема очищення стічних вод включає комплекс споруд попереднього очищення, що розташовується на території фабрик, і комплекс споруд хімічного очищення, який починається з вертикальних відстійників, розрахованих на дво-чотиригодинне відстоювання (Рис.4). Призначенням відстійників є затримання грубодисперсних домішок для того, щоб запобігти замулюванню наступних споруд. Потім стічні води надходять у

					ЕКБ.БЕ5117.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

нагромаджувачі, роль яких полягає у зниженні агрегативної стійкості високодисперсних забруднювачів під час довготривалого перебування в них (2-3 доби). Це в 1,5-2 рази зменшує витрату коагулянту, що є дуже суттєвим через його великі дози, а також знижує навантаження на вакуум - фільтри за сухою речовиною. Водночас у нагромаджувачах відбувається усереднення СВ, що полегшує їх подальшу обробку реагентами. Стічна вода, що пройшла через нагромаджувачі, оброблюється глиноземом у дозах 80-200 мг / дм^3 із розрахунку на іон алюмінію, подається в змішувач, розрахований на перемішування протягом 1,5-2 хв (утворюються пластівці важкорозчинного алюмінату кальцію, які мають високу адсорбційну здатність та здатні вилучати йони амонію) і надходить у флотокамери, за допомогою яких ефективно видаляються вовна, завислі частинки. Кислота вводиться безпосередньо перед флотацією в дозах, які забезпечують підтримування рН 4-4,5.

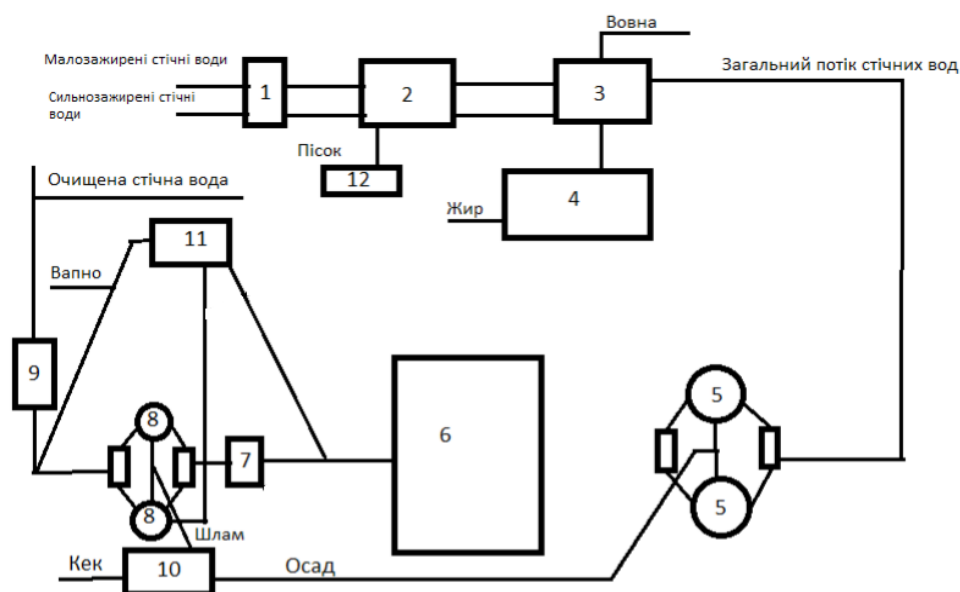


Рис. 4. Схема технології №2 реагентно-флотаційного очищення СВ фабрик ПОВ [3]: 1-4-комплекс споруд попереднього очищення (1-гратки, 2-пісковловлювачі, 3-вовновловлювачі, 4-цех видобутку жиру), 5-відстійники, 6-нагромаджувачі, 7,9-змішувачі, 8-флотаційні камери, 10-цех механічного зневоднення осаду і шлам, 11-реагентне господарство, 12-піскові майданчики.

					ЕКБ.БЕ5117.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Камера реакції розраховується на 4 хв. Тривалість перебування стічних вод в активній зоні флотокамери 20 хв. Шлам з флотокамери надходить у цех механічного зневоднення з вологістю 94-95%, що забезпечує самоплинне його транспортування. Об'єм шламу - 8-9 % від об'єму очищеної води. Продуктивність вакуум-фільтрів 15-20 кг/м³ за сухою речовиною. Очищена вода нейтралізується вапном. З метою використання очищеної води в обороті нейтралізацію належить здійснювати реагентами, які не вміщують іони кальцію. Нейтралізовану стічну воду (рН=6,5-7,5) можна скидати в міську каналізацію чи спрямовувати на біологічне очищення. Для того, щоб використати цю воду в обороті, доцільно доочистити її на пінополістирольних фільтрах [3].

1.3 Обґрунтування вибору технології для фабрики первинної обробки вовни

Для первинної очистки стічних вод підприємства первинної обробки вовни було обрано технологію зброджування стічних вод у метантенках (технологія №1). Згідно вимогам до якості стічних вод (Таблиця 4), що скидаються до системи централізованого водовідведення, всі показники відповідають нормам (Таблиця 5). Технологія з використанням метантенків дає більш ефективну очистку стічних вод, ніж технологія з реагентно-флотаційним очищенням (технологія №2). Показано, що кількість азоту (амонійного та органічного), нітратів, нітритів менша, якщо використовувати технологію №1, тому що встановлено аеротенк з зонами нітрифікації та денітрифікації. Завдяки первинним, вторинним і третинним відстійникам, а також аеротенку забезпечується найбільш повне біологічне очищення. До переваг також належить отримання побічного продукту — біогазу. Основний недолік технології — складність експлуатації метантенків та висока вартість технології.

Реагентно-флотаційне очищення стічних вод фабрик первинної обробки вовни дає менший об'єм осаду у порівнянні з хімічним методом, і є також ефективним. Але за вищезгаданими показниками поступається технології №1

					ЕКБ.БЕ5117.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

(Таблиця 6). Недоліками даної технології є: енерговитрати на подачу повітря і витрати на реагенти [3,6].

Таблиця 4. Вимоги до складу та властивостей стічних вод, що скидаються до системи централізованого водовідведення, для безпечного їх відведення та очищення на КОС [7].

Показники якості стічних вод		Одиниця виміру	Максимально допустиме значення показника та (або) концентрація в пробі стічних вод
1	2	3	4
1	Реакція середовища (рН)	од.	6,5 - 9,0
2	Температура	°С	40
3	БСК	мг/дм ³	Згідно з проектом КОС або не більше 350,0
4	ХСК	мг/дм ³	500
5	Співвідношення ХСК:БСК ₅	-	<2,5
6	Завислі речовини та речовини, що спливають	мг/дм ³	300
7	Азот (сума азоту органічного та амонійного)	мг/дм ³	50
8	Фосфор загальний (Р _{заг})	мг/дм ³	5
9	Нафта та нафтопродукти	мг/дм ³	10
10	Жири рослинні та тваринні	мг/дм ³	50
11	Хлориди (СІ ⁻)	мг/дм ³	350,0*)
12	Сульфати (SO ₄ ²⁻)	мг/дм ³	400*)
13	Сульфіди	мг/дм ³	1,5
14	СПАР аніонні	мг/дм ³	10
15	Феноли	мг/дм ³	0,25
16	Залізо (Fe)	мг/дм ³	3

Таблиця 5. Результати роботи технології очищення стічних вод метантенках [4]

Найменування показників	Одиниця виміру	Стічна вода	Очищена стічна вода
рН	-	8,7	7-9
СПАР	мг/дм ³	500	10
ХСК	мг/дм ³	25000	200
БСК _{повн}	мг/дм ³	17800	300
Концентрація:			
азота амонійного	мг/дм ³	188	16
азота органічного	мг/дм ³	312	24
вовни	мг/дм ³	350	0,5
завислих речовин	мг/дм ³	33000	300
нітритів	мг/дм ³	-	3
нітратів	мг/дм ³	-	30

Таблиця 6. Результати роботи технології з реагентно-флотаційним очищенням стічних вод [3].

Забруднювач	Неочищена стічна вода	Очищена стічна вода
Завислі речовини, мг/дм ³	33000	100
Вовна мг/дм ³	350	0,5
СПАР, мг/дм ³	500	10
ХСК, мг/дм ³	25000	350
БСК _{повн} , мг/дм ³	17800	300
Азот (амонійний, органічний), мг/дм ³	500	45
Нітрати	-	45
Нітрити	-	3,3
Завислі речовини	33000	300
рН	8,7	7-9

Отже, була обрана технологія №1 зброджування стічних вод у метантенках для очистки стічних вод фабрики первинної обробки вовни. Показники очищеної стічної води доведені до необхідних концентрацій для скиду до системи централізованого водовідведення. Згідно Проекту розпорядження виконавчого органу Київської міської ради (Київської міської державної адміністрації) «Про затвердження Правил приймання стічних вод до систем централізованого водовідведення міста Києва» очищені стічні води не містять горючі домішки і розчинені газоподібні речовини, речовини, які здатні захаращувати труби, колодязі, решітки або відкладатися на їх поверхнях (сміття, ґрунт, абразивні порошки та інші грубодисперсні зависі, гіпс, жири, тощо) [8].

					ЕКБ.БЕ5117.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

затримується у первинних відстійниках. На відміну від очисних споруд виробничих стічних вод на міських очисних станціях не влаштовуються спеціальні жири, нафто- чи смолоуловлювачі. Ці функції виконують первинні відстійники, які обладнуються спеціальними пристроями для збирання і видалення спливаючих домішок. Сирий осад після відстоювання подається на стабілізацію в аеробний стабілізатор [11].

Для біологічної очистки було обрано аеротенк, тому що, по-перше, добове навантаження стічних вод у нашому випадку складає 65000 м³/добу. Аеротенк є оптимальним вибором за умови, що добове навантаження складає 30000-80000 м³/добу [5]. По-друге, незважаючи на те, що аеротенк потребує більших затрат на електроенергію, на відміну від біофільтра, він забезпечує більш якісну очистку стічних вод.

Після аеротенку вода потрапляє у вторинний відстійник, в якому відокремлюється мул та очищена вода. Частина мулу, придатна до подальшого використання, повертається до аеротенку, а відпрацьований мул відводиться на аеробний стабілізатор, адже містить багато органіки, тому він має бути стабілізований.

Після відстоювання освітлена фракція подається на знезараження. Знезараження — обов'язкова стадія очистки стічних вод, адже освітлена фракція все ще може містити яйця гельмінтів і патогенну мікрофлору.

В якості знезаражувача обрано хлорну воду. Хлор є сильним окисником, який окиснює оболонки клітини більшості бактерій.

Хлорна вода змішується зі стічною водою у змішувачі. Далі процес знезараження відбувається у контактному резервуарі.

В якості споруди для стабілізації обрано аеробний стабілізатор. Причина – в якості головної споруди біологічної очистки обрано аеротенк, тому розвиток мікроорганізмів анаеробного типу буде дуже сильно пригальмований. У порівнянні з анаеробним зброджуванням процес аеробного стабілізації більш простий у конструктивному оформленні, не вибухонебезпечний, більш стійкий до зміни якісного складу осадів. Крім того,

					ЕКБ.БЕ5117.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

аеробно-стабілізовані осади мають кращі водовіддаючі властивості, що спрощує і здешевлює їх подальшу обробку.

Осади після стабілізації надходять на мулоущільнювач, де він під дією сил гравітації ущільнюється, а мулова вода повертається в голову системи очищення. Після ущільнення осад потрапляє на стадію дегільмінтизації, де в камері відбувається прогрів до 65 °С для знищення яєць гельмінтів і патогенної мікрофлори. На випадок несправності обладнання 20% осаду спрямовують на аварійні мулові майданчики. Далі осад надходить на фільтр-преси. Підсушений стабілізований осад вивозиться. Дренажні води від мулових майданчиків через насосну станцію відкачуються в голову споруд [12].

1.5 Характеристика біологічного агента

Біологічним агентом, що приймає участь в очищенні стічних вод, є активний мул в аеротенку.

Біологічний метод очищення стічних вод заснований на здатності спеціальних мікроорганізмів в процесі життєдіяльності використовувати їх в якості джерела живлення. В результаті біологічного очищення органічні забруднення стічних вод перетворюються в нешкідливі продукти окислення - H_2O , CO_2 , NO_3^- , SO_4^{2-} і ін. Мікроорганізми при цьому отримують все необхідне для їх життя — енергію і матеріал для конструктивного обміну (відновлення зруйнованих речовин їх клітини і приріст біомаси). Таким чином, вони вносять в неї і свої продукти обміну, що виводяться в зовнішнє середовище - активний мул [13].

Активний мул являє собою темно-коричневі пластівці розміром до декількох сотень мікрометрів. На 70% він складається з живих організмів і на 30% з твердих частинок неорганічної природи.

Видовий склад активного мулу, перш за все, залежить від складу поступаючих в аеротенк стоків, тобто поживного середовища для метаболізму мікрофлори мулу [14].

					ЕКБ.БЕ5117.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В біоценозах активного мулу присутні представники мікрофлори (гетеротрофні бактерії і ціанобактерії, гриби), а також найпростіші (джгутикові, амеби, інфузорії, саркодові), багатоклітинні (коловертки, нематоди, черви) [15].

В цілому мікробне населення активного мулу досить різноманітне, однак в активних мулах, що очищають промислові стоки із значним вмістом токсичних речовин, бактеріальне населення представлено меншим числом форм, ніж при очищенні господарсько-побутових стічних вод.

Pseudomonadienae. 50-80% бактерій мікробних ценозів, що очищають промислові стоки, належать до порядку *Pseudomonagienae*. До нього відносяться бактерії, що окислюють нітрити (*Nitrosomonas*), молекулярний водень (*Hydrogenomonas*), відновлені сполуки сірки (*Sulfomonas*, *Thiobacillus*) і ін.

Hydrogenomonas добре ростуть на аліфатичних карбонових (жирних) кислотах, ароматичних і гетероциклічних сполуках. Водневі бактерії відносяться до міксотрофів і використовують для відновного синтезу неорганічні (H_2 , CO_2) і органічні субстрати. У цих бактерій запасною речовиною служить полі- β -оксимаєляная кислота, яка залучається до клітинного обміну як джерело вуглецю.

Sulfomonas поділяються на хемолітотрофів і хемоорганотрофів. Вони можуть окисляти різні сполуки сірки (S , H_2S , $S_2O_3^{2-}$), а також використовувати в якості джерел вуглецю органічні сполуки [16].

Bacterium. У промислових стічних водах зустрічається близько 80 видів роду *Bacterium*. Найбільш часто зустрічаються бактерії, що засвоюють феноли (*Bact. Jorphagum*, *Bact. Cycloclastes*). Серед них часто зустрічаються ауксотрофні.

З групи амоніфікаторів в стічних водах зустрічаються *Bact.mycoides*. Термофільні варіанти *Bact. mycoides* відносяться до факультативних анаеробів. Багато амоніфікуючих бактерії відновлюють нітрати до нітритів і газоподібного азоту. Нітрифікуючі бактерії відносяться до родів *Bacterium*,

					ЕКБ.БЕ5117.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Pseudobacterium. Як показали дослідження, зв'язування атмосферного азоту відіграє важливу роль в процесах біохімічного очищення, споруди яких заселяються представниками роду *Azotobacter*. *Thiobacterium* і *Thiothrix* окислюють сульфіді, тіосульфати, сірководень. *Thiobact. aenitrificans* відновлюють нітрати, використовуючи при цьому енергію, одержувану при окисленні сірчаних сполук.

Corynebacterium, *Arthrobacter*. Коринебактерії окислюють карбонові кислоти і аліфатичні вуглеводні з довгим ланцюгом. *Arthrobacter* переважає в групах мікроаерофільних аеробів і мезофілов - окисників жирних кислот.

Actinomyces, *Nocardia*, *Streptomyces*. Актиноміцети відрізняються здатністю розщеплювати парафінові і ароматичні вуглеводні.

Проактіноміцети (рід *Nocardia*) окислюють насичені і ненасичені вуглеводні. Вони утворюють міцелій, який розпадається на паличкоподібні клітини.

Bacillus. Бацили переважають серед мікроаерофільних і факультативно анаеробних форм. В біоценозах, що окислюють аліфатичні вуглеводні, кількість бацил складало 5-20% мікробного населення аеротенків [17].

Найпростіші мікроорганізми. Регулюють кількість бактерій в активному мулі, підтримуючи його на оптимальному рівні; сприяють осадженню мулу, поглинаючи завислі речовини, створюють динамічну рівновагу екосистеми активного мулу, освітлюють очищену стічну воду.

Саркодові: Амеба *Sarcodina*. Характеризують погану роботу очисних споруд.

Ameba limax. Стійкі до високих навантажень по БСК, нестачі кисню.

Інфузорії: інфузорії жгутикові. *Mastigophora* — зменшення кількості бактеріальних клітин і інтенсифікація мікробіологічних процесів.

Війчасті інфузорії. *Ciliata*. Переважання війчастих інфузорій характеризує хорошу роботу біологічних окисників.

Сисні інфузорії. *Suctoria*. Показник глибокого очищення з нітрифікацією.

					ЕКБ.БЕ5117.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Безбарвні жгутикові інфузорії. *Mastigophora (Flagellata)*. *Bodo*, *Oicomonas*. Переважання безбарвних джгутикових інфузорій в активних мулах характеризує незадовільну роботу очисних споруд.

Вільноплаваючі інфузорії (великі форми). Стійкі до нестачі кисню, до поганого перемішування мулу, його покладів і гниття, перевантажень по легко окислювальній органіці.

Прикріплені інфузорії. Чутливість до нестачі кисню, перевантажень, поганому перемішування мулової суміші і впливу токсикантів, як правило, показники хорошої якості очищення.

Коловертки *Rotatoria*. Присутність коловерток служить показником забезпеченості киснем активного мулу. Широка екологічна пластичність, окремі види стійкі до різких коливань рН, як правило, чутливість до нестачі кисню.

Коловертки хижі. Характеризують високу якість очищення, розвинений процес нітрифікації, хороші аераційні умови, задовільну мінералізацію мулу.

Нематоди. Висока екологічна пластичність, деякі види не чутливі до нестачі кисню в муловій суміші, показники мінералізації пластівців мулу, при згущенні і переущільненні яких нематоди можуть значно збільшувати свою чисельність [16,18].

					ЕКБ.БЕ5117.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2. БІОХІМІЧНІ ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

2.1 Схема перебігу процесів в аеротенку

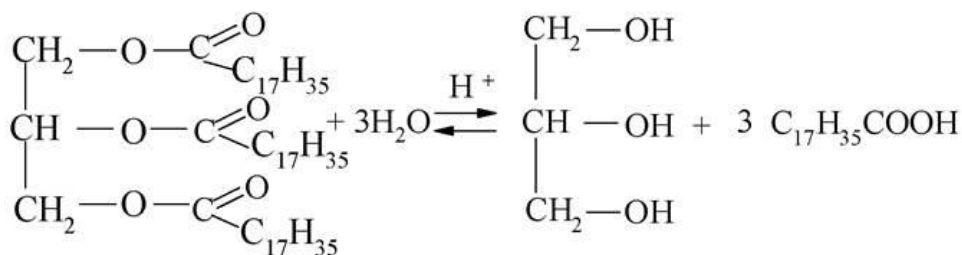
Біохімічні процеси, що протікають в аеротенку, можуть бути розділені на два етапи:

1. адсорбція поверхнею активного мулу органічних речовин і мінералізація речовин, що легко окислюються, при інтенсивному використанні кисню;
2. двоокиснення органічних речовин, що повільно окиснюються, регенерація активного мулу. На цьому етапі кисень споживається повільніше.

Як правило, аеротенк розділений на дві частини: регенератор (25 % від загального обсягу) і власне аеротенк, у якому відбувається основний процес очищення. Наявність регенератора дає можливість очищати більш концентровані стічні води та збільшити продуктивність агрегату. Перед аеротенком стічна рідина повинна містити не більше 150 мг/л завислих частинок і не більше 25 мг/л нафтопродуктів. Температура стічних вод, що очищаються, не повинна бути нижчою 6 °С і вищою 30 °С, а рН - у межах 6,5-9 [18].

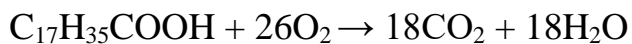
Біохімічному розкладу піддаються вуглеводи, жири, органічні кислоти та інші сполуки.

Окиснення жирів. Розклад жирів починається з їх гідролізу під дією ліпази, яка міститься в пігментних бактеріях, актиноміцетах, грибах родів *Aspergillus* і *Penicillium*. Утворюються гліцерин і вищі жирні кислоти.



					ЕКБ.БЕ5117.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

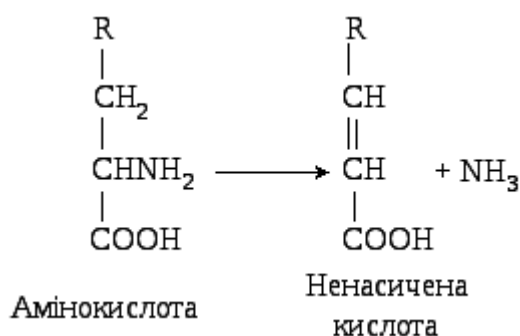
Гліцерин і вищі жирні кислоти швидко окиснюються до діоксиду вуглецю і води:



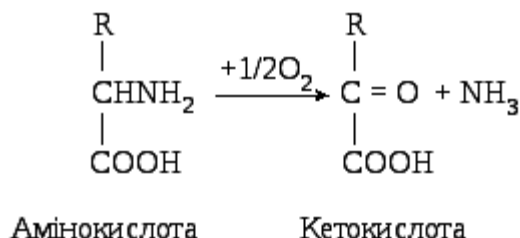
Окиснення азотвмісних органічних речовин. Деякі групи мікроорганізмів здатні виділяти протеолітичні екзоферменти, що гідролізують білки з утворенням сполук меншої молекулярної маси, здатних до проникнення через оболонку клітини:



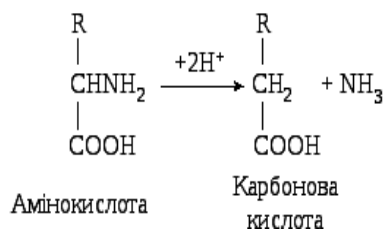
Амінокислоти, що утворилися, під дією інших мікроорганізмів, які містять трансаміназу, піддаються дезамінуванню. Пряме дезамінування:



Окиснювальне дезамінування:



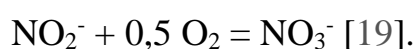
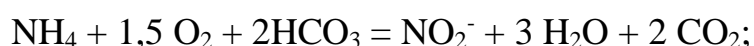
Відновне дезамінування:



Окиснення білкових сполук відбувається до кінця з утворенням аміаку, діоксиду вуглецю і води за допомогою мікроорганізмів: *Bacterium fluorescens*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus mycoides*.

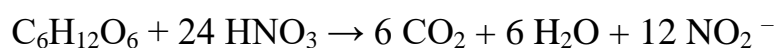
					ЕКБ.БЕ5117.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Нітрифікація – це процес біологічного окиснення амонію до нітриту з подальшим окисненням до нітрату. Перший крок виконують бактерії-окисники амонію та археї-окисники амонію – це так званий процес нітритації. Найпоширенішими родами є *Nitrosomonas* та *Nitrosococcus*. Єдиним відомим видом архей є *Nitrosopumilus maritimus*. Другий крок нітрифікації – нітратація – виконують бактерії-окисники нітриту, найпоширеніші з яких належать до роду *Nitrobacter* та *Nitrospira*. Рівняння, що описують процес нітрифікації, мають вигляд:



Денітрифікація – це процес відновлення нітриту та нітрату через ряд проміжних сполук до газоподібного азоту в аноксидних умовах. Переважно цей процес відбувається внаслідок активності гетеротрофних бактерій.

У денітрифікатор подається вихідна стічна вода і циркулює активний мул. Ці мікроорганізми за допомогою глюкози і метанолу, що містяться в стічній воді, вступають в реакцію денітрифікації.



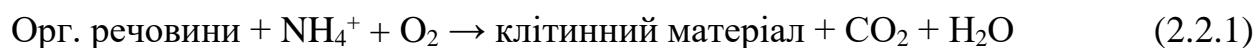
Відповідно до реакції денітрифікація протікає до утворення нітритів. Подальший процес супроводжується утворенням вільного азоту:



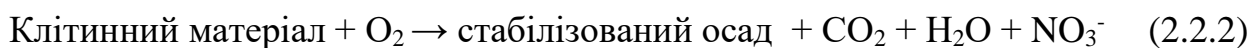
2.2 Схема перебігу процесів в аеробному стабілізаторі

На відміну від аеротенків в аеробних стабілізаторах життєдіяльність мікроорганізмів протікає при нестачі поживного середовища, в результаті чого мікроорганізми витрачають накопичений клітинний матеріал і самоокиснюються (процес ендогенного дихання).

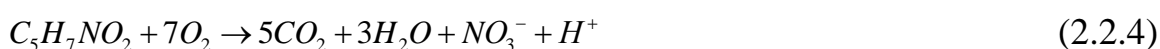
Процес аеробної стабілізації складається з двох етапів: пряме окислення і ендогенне дихання. Ці процеси можна проілюструвати наступними рівняннями:



					ЕКБ.БЕ5117.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рівняння 2.2.3 описує систему, що інгібує нітрифікацію. Система, в якій відбувається нітрифікація, представлена рівнянням 2.2.4. Ці рівняння вказують на те, що теоретично потрібно 1,42 кг кисню на кг активної клітинної маси в системі, де не відбувається нітрифікація, тоді як при нітрифікації потрібно 1,98 кг/кг. Фактична потреба кисню для процесу аеробної стабілізації залежить від таких факторів, як робоча температура і час утримування твердих речовин.



В процесі стабілізації надлишкового мулу з осадом виділяються ферменти, які виконують каталітичну функцію (окислення екзогенних субстратів).

Тривалість процесу залежить від співвідношення надлишкового мулу та осаду, а також від ступеню ущільнення: 2-5 діб для неущільненого мулу, 6-7 діб для суміші неущільненого мулу і осаду з первинних відстійників і 8-12 діб для суміші ущільненого мулу і осаду.

Ступінь розпаду органічних речовин коливається від 10 до 50% (при цьому жири розпадаються на 65-75%, білки на 20-30%, а вуглеводи практично не розщеплюються). Спостерігається загибель кишкової палички та інших бактерій і вірусів на 70-80%, однак, яйця гельмінтів не гинуть. Тому після стадії аеробної стабілізації осадів і надлишкового активного мулу передбачена їх дегельмінтизація.

Аеробна стабілізація зазвичай відбувається в психрофільно-мезофільному режимі при температурі від 10 до 42 °С та при температурі менше 8 °С згасає. За рахунок енергії, що виділяється в результаті реакцій окиснення, за певних умов температура може бути піднята до 50-60 °С, що відповідає термофільному режиму. Перевага даного режиму є збільшення глибини розкладання органічної речовини, зниження об'ємів споруд, більша

					ЕКБ.БЕ5117.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

швидкість процесу, поліпшення фільтраційних характеристик, стерильність обробленого осаду.

2.3 Характеристика кінцевого продукту

1. Назва продукта: Очищена стічна вода відповідно до ДСТУ 3041-95. Система стандартів у галузі охорони навколишнього середовища та раціонального використання ресурсів. Гідросфера. Використання і охорона води. Терміни та визначення.
2. Отримання очищеної стічної води: Метод механічної очистки стічних вод відбувається за допомогою решіток, пісковловлювачів, первинних відстійників. Біологічна очистка включає такі стадії, як: очищення в аеротенку, вторинному відстійнику та доочищення на біологічних ставках. Знезараження стічних вод відбувається хлорною водою.
3. Характеристика очищених стічних вод надана в таблиці 6.

Таблиця 6. Характеристика очищених стічних вод.

Показники забрудненості	Концентрація, мг/дм ³
Завислі речовини	15
БСК _{повн}	15
ХСК	30
ПАР	8,3

Показники концентрацій забруднюючих речовин у стічних водах контролюють у місці скиду в природню водойму та на вході споруд біологічного очищення.

4. Основне призначення очищеної стічної води: скид у водойму міста Чернівців без порушень санітарно-гігієнічних показників якості стічної води.

РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1. Опис технологічної схеми біологічного очищення стічних вод міста та фабрики первинної обробки вовни

У даній технології піддається очищенню стічні води міста Чернігів та очищені стічні води фабрики первинної обробки вовни об'ємом 65000 м³/добу.

ДР 1. Підготовка аераційного повітря

Підготовка аераційного повітря включає такі операції:

- стиснення повітря для того, щоб подолати опір повітропроводів та арматури;
- видалення частинок пилу;
- регулювання вологості і температури.

ДР 1.1 Забір повітря з атмосфери

Забір повітря відбувається за допомогою виносних труб з точкою забору 4-6 м вище рівня землі.

ДР 1.2 Фільтрування повітря

Повітря очищується крізь волокнистий фільтр, що затримує пил, механічні частинки. Фільтрувальним матеріальним матеріалом є тканина Петрянова, що затримує 1,5 мкм, з максимальною допустимою температурою 60°C й ефективністю очищення 98%.

ДР 1.3 Компресування повітря

Для компресування повітря встановлено повітродувки з продуктивністю від 2 до 190 м³/хв зі стисненням повітря до 2,5 бар (2,5 кПа). Моніторинг тиску, використовуючи технічний манометр.

ДР 2. Підготовка пари на технічні потреби.

Встановлено теплообмінник-змієвик для підготовки пари температурою до + 65°C.

ДР 3. Приготування хлорної води

Спочатку хлор переводять у газоподібний стан, через невелику розчинність у рідкому стані. Хлор-газ з балонів надходить на фільтр, де відбувається очищення від пилу. Далі відбувається змішування хлору з

					ЕКБ.БЕ5117.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

технічною водою. Відповідно до ДБН В.2.5-75:2013 розрахункова доза активного хлору для біологічного очищення стічних вод становить 3 г/м³. На даній стадії здійснюється технологічний контроль концентрації розчиненого хлору [8].

ТП 4. Механічна очистка стічних вод

ТП 4.1 Очищення на решітках

Очисні решітки призначені для вилучення зі стічних вод крупного сміття: папір, кістки, ганчірки, каміння, залишків харчування та ін. Використовується решітка дробарка, оскільки в подальшому передбачена утилізація відходів на станції. Швидкість потоку рідини у апараті становить до 1,0 м/с. Решітки-дробарки типу РДК-200. Граблі решіток РДК-200 приводяться у рух електродвигуном потужністю $N=1.5$ кВт при частоті обертів $n=1600$ об/хв [25]. На даному етапі здійснюється технологічний контроль пропускної здатності ґраток, що свідчитиме про ступінь засміченості ґраток крупними домішками.

ТП 4.2 Очищення на пісколовловлювачах

Встановлено пісколовловлювачі розміром з оптимальною швидкість руху води $V = 0,15 - 0,3$ м/с, гідравлічна крупність затриманого піску $U_0 = 18 - 24$ мм/с. На виході з пісковловлювачів кожна секція обладнана щитовим затвором. Для видалення піску секції пісковловлювачів обладнані скребковим механізмом, за допомогою якого пісок згрібається з днища та підводиться до бункера, що розташований на початку секцій. Піщана пульпа видаляється на піскові майданчики.

ТП 4.3 Відстоювання в первинних відстійниках

Стічні води після решіток і пісковловлювачів містять значну кількість завислих речовин. Для запобігання підвищення приросту активного мулу в аеротенках концентрація завислих речовин не повинна перевищувати 100-150 мг/л.

У даній технологічній схемі застосовуються 3 радіальних первинних відстійника діаметром 24 м глибиною 3,4 м, що знижують концентрацію

					ЕКБ.БЕ5117.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

завислих речовин до 134,6 мг/дм³, фактична гідравлічна крупність затриманих частинок — 1,85 мм/с, продуктивність одного відстійника — 1343 м³/год. На три відстійника встановлена одна насосна станція, в якій встановлено насоси для відкачування сирого осаду на обробку. На цьому етапі здійснюється технологічний контроль мутності стічної води нефелометрично, що свідчитиме про концентрацію завислих речовин. Сирий осад направляється на аеробну стабілізацію до ПВ 7.1.

ТП 5 Біологічне очищення стічних вод

ТП 5.1 Очищення в аеротенку.

З ТП 4 вода поступає на очищення в аеротенк. Аеротенк являє собою довгий залізобетонний резервуар глибиною 4,4 м. Процеси окиснення відбуваються за участю активного мула. Циркуляційний активний мул подається на початок першого коридору.

Для підтримування мулової суміші у завислому стані та забезпечення киснем процесу окиснення органічної частини забруднень до аеротенків подається повітря, підготовлене на стадії ДР1, аерація - 3 г/дм³. Система аерації глибинно-напірного типу заснована на подачі в аеротенки повітря захопленими струменями води за рахунок ежекції (розрідження) повітря в дифузорі аератора. На цій стадії контролюється інтенсивність аерації.

ТП 5.2. Відстоювання у вторинних відстійниках

З ТП 5.1 вода із надлишковим активним мулом потрапляє до розподільчого каналу вторинних відстійників, а потім на розподільчу чашу кожної групи відстійників і через водозлив з широким порогом – до самих відстійників. Очищена вода рівномірно переливається через водозлив і по відвідному кільцевому лотку надходить у переливну кишеню та по трубопроводу у відвідний канал. Проводиться технічний контроль концентрації завислих речовин.

Надлишковий активний мул, що накопичується у вторинному відстійнику направляється на стадію стабілізації. Рециркуляційний активний мул подається в аеротенк.

					ЕКБ.БЕ5117.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ТП 5.3. Доочищення на біологічних ставках

Біологічні ставки — штучно створені споруди, в яких відбувається біологічне очищення стічних вод, що ґрунтується на процесах природного очищення водойм. Доочищення на біологічних ставках відбувається протягом 2 діб.

ТП 6. Знезараження очищеної стічної води

ТП 6.1 Змішування стічних вод з хлорною водою.

Знезаражування води проводиться шляхом обробки побутових стічних вод хлорною водою. Змішування відбувається у змішувачах типу лотка Паршала з загальною довжиною 13,97 м, пропускна здатність 32-80 тис. м³/добу.

ТП 6.2 Знезараження в контактному резервуарі

Період контакту 30 хв, при концентрації хлорної води у стічній воді 1,5 г/м³. При цьому контролюються всі показники за нормами спуску вод у природні водойми $C_{ClO_2, зал} \leq 1,5$, приріст концентрації завислих речовин у воді річки $\Delta C_{ЗР} \leq 0,75$ мг/дм³.

ПВ 7. Обробка надлишкового активного мулу та сирого осаду

ПВ 7.1 Аеробна стабілізація НАМ та сирого осаду

Аеробна стабілізація призначена для обробки надлишкового активного мулу, який надходить з аеротенків і відділяється у вторинних відстійниках на стадії ТП 5.2 та сирого осаду з первинних відстійників на стадії ТП 4.3.

Згідно розрахунків обрано чотирьохкоридорний аеробний стабілізатор, кожна секція якого являє собою залізобетонний резервуар, з типовими розмірами: об'єм 1550 м³, довжиною секції 42 м, шириною коридору 4,5 м, робочою глибиною 4,2 м.

Повітря подається з витратою 6016 м³/год, інтенсивність аерації — 8 м³/м² · год.

ПВ 7.2 Ущільнення стабілізованого осаду.

Для відділення мулової води від стабілізованого мулу передбачена стадія ущільнення. Для цього встановлено гравітаційний мулоущільнювач.

					ЕКБ.БЕ5117.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Мул під своєю вагою осідає на дно видаляється муловідсмоктувачем на подальшу обробку. Час ущільнення 4 години. Осад направляється на аварійні мулові майданчики до ЗВ 7.

ПВ 7.3 Дегельмінтизація стабілізованого мулу та осаду

Для дегельмінтизації ущільненого стабілізованого осаду передбачено обробка парою від ДР 2 при температурі $65 \pm 1^\circ\text{C}$, протягом 20 хвилин.

ПВ 7.4. Зневоднення осаду на фільтр-пресі

Фільтрування здійснюється через фільтрувальну тканину „бельтинг”, яка закріплюється на пластмасових рамках, ущільнення яких досягається гідроциліндром з ручним приводом. Тиск фільтрації 0,3 мПа. Фільтрат зливається в лоток, а зневоднений осад після зняття тиску струшується з фільтрувальної тканини в пересувний контейнер. Результатом фільтрації є фільтрат з мінімальною кількістю завислих речовин та зневоднений осад з вологістю 70-85%.

ЗВ 8 Підсушування осаду на аварійних мулових майданчиках.

У разі аварійної ситуації 20% осаду подають на аварійні мулові майданчики зі стадії ПВ 7.3, де він підсушується [13]. Дренажна вода перекачується у голову очисних споруд (на стадію ТП 4.1), осад – на вивезення.

ЗВ 9 Підсушування піщаної пульпи на піскових майданчиках.

Зі стадії ТП 4.2 надходить піщана пульпа, що подається на піщані майданчики, де підсушується, висушений пісок – на вивезення.

3.2. Матеріальний баланс

Для розрахунку матеріального балансу технологічного процесу приймаємо наступні дані :

Згідно розрахунків, продуктивність складає – $4029 \text{ м}^3/\text{год}$;

Вміст забруднюючих речовин у стічній воді перед очищенням:

$$C_{\text{сум.зр}} = 208 \text{ мг/дм}^3; C_{\text{сум.БСК}} = 254 \text{ мг/дм}^3 \quad (3.2.1)$$

Визначаємо масу стічних вод, що надходять на біохімічну установку:

$$m_{\text{СВ}} = Q_{\text{СВ}} \cdot \rho_{\text{СВ}} = 4029 \cdot 1000 = 4029000 \text{ кг/год}, \quad (3.2.2)$$

					ЕКБ.БЕ5117.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $Q_{\text{св}}$ - продуктивність установки ; $\rho_{\text{св}}$ - густина стічної води , що становить 1000 кг/м^3 .

Розрахуємо кількість речовини, що міститься у стічній воді. Маса завислих речовин визначається за формулою :

$$m_{\text{зр}} = Q_{\text{зр}} \cdot C_{\text{сум. зр}} = 4029 \cdot 0,208 = 838 \text{ кг/год} \quad (3.2.3)$$

де $C_{\text{сум. зр}}$ – концентрація завислих речовин у суміші стічної води

Щоб знайти масу органічних речовин , припустимо ,що $m_{\text{орг.реч}} = \text{БСК}$.

Тоді маса органічних речовин буде дорівнювати :

$$m_{\text{орг.реч}} = Q_{\text{св}} \cdot C_{\text{сум.БСК}} = 4029 \cdot 0,254 = 1023,4 \text{ кг/год} \quad (3.2.4)$$

де $C_{\text{сум.БСК}}$ – концентрація органічних речовин за $\text{БСК}_{\text{повн}}$ у суміші стічних вод.

Розрахуємо матеріальний баланс для первинного відстійника.

Ефективність очистки у відстійнику складає $28 \% (E = 28 \%)$, а вологість осаду – $95 \% (\varphi = 95 \%)$ [24]. Маса завислих частин, що осіли розраховується за формулою :

$$m_{\text{зр}}^{\text{осів}} = \frac{m_{\text{зр}} \cdot E}{100\%} = \frac{838 \cdot 28}{100} = 234,6 \text{ кг/год} \quad (3.2.5)$$

Маса завислих частин, що залишились у воді розраховується за формулою :

$$m_{\text{зр}}^{\text{зал}} = m_{\text{зр}} - m_{\text{зр}}^{\text{осів}} = 838 - 234,6 = 603,4 \text{ кг/год} \quad (3.2.6)$$

Маса вологого осаду розраховується за формулою :

$$m_{\text{вол.осад}} = \frac{m_{\text{зр}}^{\text{осів}} \cdot 100\%}{100\% - \varphi} = \frac{234,6 \cdot 100\%}{100\% - 95} = 4692 \text{ кг/год} \quad (3.2.7)$$

Масу води, що вийшла з первинного відстійника розраховуємо за формулою :

$$m_{\text{св}}^{\text{осів}} = m_{\text{св}} - m_{\text{вол.осад}} = 4029000 - 4692 = 4019308 \text{ кг/год.} \quad (3.2.8)$$

Результати заносимо до таблиці 3.1

Таблиця 3.1. Матеріальний баланс первинного відстійника

Прихід	кг/год	Витрата	кг/год
--------	--------	---------	--------

Стічна вода на вхіді до первинного відстійника та ЗР	4029000 838	Прояснена стічна вода та ЗР	4016932 603,4
		Вологий осад	12068
Усього	4029000	Усього	4029000

Далі очищена вода потрапляє на біологічне очищення в аеротенк.

Кількість зворотнього активного мулу, необхідного для біологічного очищення, знаходять за формулою:

$$m_{\text{ам}} = D_{\text{ам}} \cdot Q_{\text{св}} = 1,5 \cdot 4016,9 = 6025,4 \text{ кг/год}, \quad (3.2.9)$$

де $D_{\text{ам}}$ – доза активного мулу, кг/м^3 ; $D_{\text{ам}} = 1,5 \text{ кг/м}^3$.

Маса вологого активного мулу ($\varphi = 98 \%$) становить:

$$M_{\text{вол.мул}} = \frac{m_{\text{ам}} \cdot 100\%}{100 - \varphi} = \frac{6025,4 \cdot 100}{100 - 98} = 301270 \text{ кг/год} \quad (3.2.10)$$

Під час біохімічного очищення деяка кількість мулу приростає. Приріст активного мулу за формулою дорівнює $119,1 \text{ мг/дм}^3$

Маса активного мулу, що приростає, наступна:

$$m_{\text{пр.ам}} = P \cdot Q_{\text{св}} = 0,1191 \cdot 4016,9 = 478,4 \text{ кг/год} \quad (3.2.11)$$

Ефективність очищення в аеротенку складає 96% [5]. Тоді маса видалених органічних речовин становить:

$$m_{\text{орг.реч.}}^{\text{вид.}} = m_{\text{орг.реч.}} \cdot E = 1023,4 \cdot 0,96 = 982,5 \text{ кг/год} \quad (3.2.11)$$

Масу завислих речовин у воді після аеротенку, розраховують за наступною формулою:

$$m_{\text{зр}}^{\text{аерот}} = m_{\text{ам}} + m_{\text{зр}} + m_{\text{пр.ам}} = 6025,4 + 603,4 + 478,4 = 7107,2 \text{ кг/год} \quad (3.2.12)$$

Таблиця 3.2. Матеріальний баланс аеротенку

Прихід	кг/год	Витрата	кг/год
Стічна вода після первинного відстійника та ЗР	4016932 603,4	Вода після біологічного очищення та ЗР	4317697,9 7107,2
Зворотний активний мул, у тому числі: Активний мул Вода	301270 6025, 4 295244,6	Видалені речовини	982,5
Приріст активного мулу	478,4		
Усього	4318680,4	Усього	4318680,4

Відділення очищеної води від активного мулу відбувається у вторинному відстійнику. Ефективність відділення при цьому складає 87 % ($E = 0,87$), а вологість осаду 98 % ($\varphi = 98\%$) [24].

Маса мулу та завислих речовин, що осіли, розраховуємо за формулою :

$$m_{AM.ос} = m_{AM+ЗР} \cdot E = 7107,2 \cdot 0,87 = 6183,3 \text{ кг/год} \quad (3.2.13)$$

Тоді маса вологого осаду буде дорівнювати :

$$m_{\text{волог.осад}} = \frac{m_{AM.ос} \cdot 100\%}{100\% - \varphi} = \frac{6183,3 \cdot 100}{100 - 98} = 309163,2 \text{ кг/год} \quad (3.2.14)$$

Масу води, що виходить із вторинного відстійника, розраховуємо за формулою :

$$m_{\text{втор.відс. оч.води}} = m_{\text{аерот.оч.води}} - m_{\text{волог.осад}} = 4317697,9 - 309163,2 = 4008534,7 \text{ кг/год} \quad (3.2.15)$$

Маса активного мулу, що залишилась у воді :

$$m_{\text{дисп.част}} = m_{\text{аерот.ЗР}} - m_{\text{осAM}} = 7107,2 - 6183,3 = 923,9 \text{ кг/год} \quad (3.2.16)$$

					ЕКБ.БЕ5117.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.3. Матеріальний баланс вторинного відстійника

Прихід	кг/год	Витрата	кг/год
Вода після аеротенка, в тому числі:	4317697,9	Прояснена стічна вода, у тому числі:	4008534,7
Завислі речовини	7107,2	Дисперсні частки	923,9
		Вологий осад, у тому числі:	309163,2
		Активний мул	6183,3
		Волога	302979,9
Усього	4317697,9		4317697,9

3.3. Контроль виробництва

В процесі очищення стічних вод на очисній станції відбувається постійний контроль на всіх стадіях процесу для визначення ефективності кінцевого результату. Даний контроль здійснюється за допомогою відбору проб та їх аналізу. План контролю наданий у таблиці 3.4.

Таблиця 3.4. План контролю стічних вод.

Об'єкт аналізу	Показники	Періодичність	Норми	Місце та забір відбору проб	Стисла методика аналізу
1	2	3	4	5	6
Стічна вода після решіток	pH	1 раз на добу	6,5-8,5	Після решіток	Вимірювання pH електрометричним методом

					ЕКБ.БЕ5117.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

	Температура	1 раз на добу	Не >40°C		Вимірювання температури за допомогою термометра
	Завислі речовини	Щоденно	300 мг/дм ³		Вимірювання гравіметричним методом
	БСК _{повн}	2 рази на тиждень	254 мг/дм ³		Визначення за стандартним методом споживання кисню після п кількості днів
	ХСК	2 рази на тиждень	470 мг/дм ³		Визначення за стандартним методом хімічного споживання кисню
	Сульфати	2 рази на тиждень	400 мг/дм ³		Вимірювання фотометричним методом
	Хлориди	2 рази на тиждень	350 мг/дм ³		Визначення за допомогою меркуриметричного або аргентуметричного методу

					ЕКБ.БЕ5117.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

	Фосфати	2 рази на тиждень	40-50 мг/дм ³		Визначення за допомогою фотометричного метода
	Амонійний азот	2 рази на тиждень	30 мг/дм ³		Визначення амоній іонів фотометричним методом з реактивом Неслера або напівавтоматичним методом
Стічна вода після первинного відстійника	-//-	-//-	-//-	Після первинного відстійника	-//-
	БСК _{повн}	1 раз на день	300 мг/дм ³		Визначення за допомогою фотометричного метода
	Сухий залишок	1 раз на день	1100-1500 мг/дм ³		Визначають за методом випарювання та зважування проб
	Осад	1 раз на добу	10330-20000 мг/дм ³		Визначають за методом відстоювання
	-//-	-//-	-//-		-//-

					ЕКБ.БЕ5117.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Стічна вода після аеротенк у	БСК _{повн}	1 раз на добу	До 300 мг/дм ³	Після аеротенку	Визначення за стандартним методом споживання кисню
	Завислі частинки		До 150 мг/дм ³		Вимірювання гравіметрични м методом
Стічна вода після вторинно го відстій ника	Осад	1 раз на добу	~ 16 % від об'єму стічних вод	У вторинном у відстійник у	Визначають за методом відстоювання
	Завислі речовини	1 раз на добу	15-20 мг/дм ³	Після вторинног о відстійник а	Вимірювання гравіметрични м методом
Очищена стічна вода	Завислі речовини	1 раз на добу	15 мг/дм ³	Вода після очищення	Вимірювання гравіметрични м методом
	БСК _{повн}	1 раз на добу	15 мг/дм ³		Визначення за стандартним методом споживання кисню

					ЕКБ.БЕ5117.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

	ХСК	1 раз на добу	30 мг/дм ³		Визначення за стандартним методом хімічного споживання кисню
	СПАР	1 раз на добу	8,3 мг/дм ³		Визначення фотометрични м методом

					ЕКБ.БЕ5117.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 4. Розрахунок витрат і концентрації забруднюючих речовин в стічних водах міста та фабрики первинної обробки вовни

4.1. Розрахунки витрат стічних вод

Надходження стічних вод на очисні споруди від міста має нерівномірний характер протягом доби. Згідно з завданням середньодобова витрата стічних вод міста і підприємства дорівнює:

$$Q_{\text{сер.доб.}} = 65000 \frac{\text{м}^3}{\text{добу}}; \quad (4.1.1)$$

Середньогодинна витрата стічних вод:

$$Q_{\text{сер.год}} = \frac{Q_{\text{сер.доб.}}}{24} = \frac{65000}{24} = 2709 \text{ м}^3/\text{год}. \quad (4.1.2)$$

Середньосекундна витрата стічних вод:

$$Q_{\text{сер.с.}} = \frac{Q_{\text{сер.доб.}}}{3600} = \frac{65000}{3600} = 0,753 \text{ м}^3/\text{с}. \quad (4.1.3)$$

Середньосекундна витрата в дм^3 становить:

$$q_{\text{сер.с.}} = Q_{\text{сер.с.}} \cdot 1000 = 0,753 \cdot 1000 = 753 \text{ дм}^3/\text{с}. \quad (4.1.4)$$

Максимальна та мінімальні секундні витрати стічних вод становлять:

$$q_{\text{max.с.}} = K_{\text{max}} \cdot q_{\text{сер.с.}} = 1,485 \cdot 753 = 1119, \text{ дм}^3/\text{с}, \quad (4.1.5)$$

$$q_{\text{min.с.}} = K_{\text{min}} \cdot q_{\text{сер.с.}} = 0,675 \cdot 753 = 509, \text{ дм}^3/\text{с}, \quad (4.1.6)$$

де $q_{\text{сер.с.}}$ – середньосекундна витрата господарсько-побутових стічних вод, $\text{м}^3/\text{доб}$; K_{max} K_{min} – коефіцієнти нерівномірності водовідведення, що залежать від середньосекундної витрати стічних вод, відповідно дорівнюють 1,485 і 0,675. [9, табл. 2].

Максимальна витрата стічних вод:

$$Q_{\text{max}} = 3,6 \cdot q_{\text{max.с.}} = 3,6 \cdot 1119 = 4029 \text{ м}^3/\text{год}. \quad (4.1.7)$$

4.2 Розрахунки концентрацій забруднень стічних вод

Концентрація забруднень господарсько-побутових стічних вод визначається за формулою:

					ЕКБ.БЕ5117.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$C = \frac{a_3 \cdot N}{Q}, \text{ г/м}^3 \quad (4.2.1)$$

де a - кількість забруднюючих речовин на одного жителя, г/(люд·доб), яка визначається за [9] і приймається: 65 г/доб завислих речовин, 40 г/(люд·доб) - БСК_{повн}, 2,5 г/(люд·доб) - ПАР; Q – витрата господарсько-побутових стічних вод, м³/доб; N - кількість жителів міста, визначається з врахуванням норми водовідведення $a = 300 \text{ м}^3/(\text{люд} \cdot \text{доб})$ при розрахунковій витраті побутових стічних вод $Q = 60000 \text{ м}^3/\text{доб}$:

$$N = \frac{Q}{a \cdot 10^{-3}} = \frac{60000}{300 \cdot 10^{-3}} = 200000 \text{ чол.} \quad (4.2.2)$$

Концентрація завислих речовин у господарсько-побутових стічних водах:

$$C_{ЗР} = \frac{a_{ЗР} \cdot N}{Q_{поб}} = \frac{65 \cdot 200000}{60000} = 217 \text{ мг/дм}^3. \quad (4.2.3)$$

Концентрація органічних речовин за БСК_{повн} у господарсько-побутових стічних водах:

$$C_{БСК} = \frac{a_{БСК} \cdot N}{Q_{поб}} = \frac{75 \cdot 200000}{60000} = 250 \text{ мг/дм}^3. \quad (4.2.4)$$

Концентрація ПАР у господарсько-побутових стічних водах:

$$C_{ПАР} = \frac{a_{ПАР} \cdot N}{Q_{поб}} = \frac{2,5 \cdot 200000}{60000} = 8,3 \text{ мг/дм}^3. \quad (4.2.5)$$

Концентрація забруднень у суміші господарсько-побутових та виробничих стічних вод визначається за формулою:

$$C_{\text{сум}} = \frac{C_{поб} \cdot Q_{поб} + C_{\text{вир}} \cdot Q_{\text{вир}}}{Q_{поб} + Q_{\text{вир}}}, \text{ мг/дм}^3, \quad (4.2.6)$$

де $C_{\text{вир}}$ – концентрація забруднень у виробничих стічних водах після їх очищення на локальних очисних спорудах, мг/дм³; $Q_{\text{вир}}$ – витрата виробничих стічних вод, м³/доб.

Концентрація завислих речовин у суміші стічних водах:

					ЕКБ.БЕ5117.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$C_{\text{сум, ЗР}} = \frac{C_{\text{ЗР}} \cdot Q_{\text{ноб}} + C_{\text{вир, ЗР}} \cdot Q_{\text{вир}}}{Q_{\text{ноб}} + Q_{\text{вир}}} = \frac{217 \cdot 60000 + 100 \cdot 5000}{65000} = 208 \text{ мг/дм}^3. \quad (4.2.7)$$

де $C_{\text{вир, ЗР}}$ - концентрація завислих речовин в очищеній воді на підприємстві первинної обробки вовни, мг/дм³.

Концентрація органічних речовин за БСК_{повн} у суміші стічних водах:

$$C_{\text{сум, БСК}} = \frac{C_{\text{БСК}} \cdot Q_{\text{ноб}} + C_{\text{вир, БСК}} \cdot Q_{\text{вир}}}{Q_{\text{ноб}} + Q_{\text{вир}}} = \frac{250 \cdot 60000 + 300 \cdot 5000}{65000} = 254 \text{ мг/дм}^3. \quad (4.2.8)$$

де $C_{\text{вир, БСК}}$ - концентрація БСК в очищеній воді на підприємстві первинної обробки вовни, мг/дм³.

Концентрація ПАР у суміші стічних водах:

$$C_{\text{сум, ПАР}} = \frac{C_{\text{ПАР}} \cdot Q_{\text{ноб}} + C_{\text{вир, ПАР}} \cdot Q_{\text{вир}}}{Q_{\text{ноб}} + Q_{\text{вир}}} = \frac{8.3 \cdot 60000 + 10 \cdot 5000}{65000} = 8.4 \text{ мг/дм}^3. \quad (4.2.9)$$

де $C_{\text{вир, ПАР}}$ - концентрація ПАР в очищеній воді на підприємстві первинної обробки вовни, мг/дм³. [9]

4.3 Розрахунковий коефіцієнт змішування стічних вод з водою річки

Розрахунок необхідного ступеню очистки провидимо за методом Фролова-Родзіллера.

Коефіцієнт турбулентної дифузії, який показує змішування стічної води з водою річки, визначається за формулою:

$$E = \frac{V_{\text{ср}} \cdot H_{\text{ср}}}{200} = \frac{1,5 \cdot 2,5}{200} = 0,018, \quad (4.3.1)$$

де $V_{\text{ср}}$ - середня швидкість течії води в річці між випуском стічних вод і розрахунковим створом, м/с (згідно завдання дорівнює 1.5 м/с); $H_{\text{ср}}$ - середня глибина річки на тій же ділянці, м (згідно завдання дорівнює 2.5 м).

Коефіцієнт, що враховує гідравлічні умови змішування стічних вод з водою річки, визначається за формулою:

$$\alpha = \phi \cdot \xi \cdot \sqrt[3]{\frac{E}{Q_{\text{ср.с.}}}} = 1,4 \cdot 1,5 \cdot \sqrt[3]{\frac{0,018}{0,753}} = 0,605, \quad (4.3.2)$$

де ϕ - коефіцієнт звивистості річки, рівний відношенню відстані по фарватеру від місця випуску стічних вод до розрахункового створу до відстані між цими пунктами по прямій (згідно завдання дорівнює 1.4); ξ - коефіцієнт, що

					ЕКБ.БЕ5117.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

залежить від місця і конструкції випуску стічних вод у водойму (при русловому випуску – 1,5) q - середньосекундна витрата стічних вод, що скидаються у водойму (дорівнює $0.753 \text{ м}^3/\text{с}$), $\text{м}^3/\text{с}$.

Коефіцієнт змішування стічних вод з річковою водою визначається за формулою:

$$\gamma = \frac{1 - e^{-\alpha \sqrt[3]{L}}}{1 + \left(\frac{Q}{Q_{\text{сеп.с.}}} \right) e^{-\alpha \sqrt[3]{L}}} = \frac{1 - e^{-0,605 \sqrt[3]{2500}}}{1 + \left(\frac{18}{0,753} \right) e^{-0,605 \sqrt[3]{2500}}} = 0,993, \quad (4.3.3)$$

де L - відстань по фарватеру річки від місця випуску стічних вод до розрахункового створу, м (згідно завдання дорівнює 2500 м); Q - розрахункова витрата води в річці при 95% забезпеченості, $\text{м}^3/\text{с}$ (згідно завдання дорівнює $18 \text{ м}^3/\text{с}$); q - середньосекундна витрата стічних вод, що скидаються у водойму (дорівнює $0.753 \text{ м}^3/\text{с}$), $\text{м}^3/\text{с}$.

4.4 Необхідний ступінь очищення стічних вод

Гранично-допустима концентрація завислих речовин в очищеній стічній воді, що скидається у водойму, становить:

$$C_{\text{зр}}^{\text{доп}} = p \cdot \left(\frac{\gamma \cdot Q}{Q_{\text{сеп.с.}}} + 1 \right) + C_{\text{ф}} = 0,25 \cdot \left(\frac{0,993 \cdot 18}{0,7527} + 1 \right) + 18 = 24,18 \text{ мг/дм}^3, \quad (4.4.1)$$

де p - приріст концентрації завислих речовин у водоймі після випуску стічних вод, мг/дм^3 ($0,25 \text{ г/м}^3$); $C_{\text{ф}}$ - фонові концентрації завислих речовин у воді річки до місця випуску стічних вод, мг/дм^3 (згідно завдання дорівнює 18 мг/дм^3).

Допустимі значення $\text{БСК}_{\text{повн}}$ стічних вод, що скидаються у водойму:

$$C_{\text{БСК}}^{\text{доп}} = \frac{\gamma \cdot Q}{Q_{\text{сеп.с.}}} \cdot \left(\frac{C_{\text{БСК}}^{\text{н}}}{10^{-k \cdot t}} - C_{\text{БСК}}^{\text{ф}} \right) + \frac{C_{\text{БСК}}^{\text{н}}}{10^{-k \cdot t}} = \frac{0,993 \cdot 18}{0,7525} \cdot \left(\frac{3}{10^{-0,019 \cdot 0,083}} - 3 \right) + \frac{3}{10^{-0,019 \cdot 0,083}} = 3,29 \text{ мг/дм}^3, \quad (4.4.2)$$

де γ - коефіцієнт змішування стічних вод з річковою водою (дорівнює 0.993), $C_{\text{БСК}}^{\text{доп}}$ - значення $\text{БСК}_{\text{повн}}$, яке повинно бути досягнуто в процесі очищення стічних вод, мг/дм^3 ; $C_{\text{БСК}}^{\text{н}}$ - гранично-допустимі значення $\text{БСК}_{\text{повн}}$ у розрахунковому створі річки (дорівнює 3 мг/дм^3), мг/дм^3 ; $C_{\text{БСК}}^{\text{ф}}$ - фонові значення $\text{БСК}_{\text{повн}}$ у воді річки до місця випуску стічних вод, мг/дм^3 (згідно завдання дорівнює 3 мг/дм^3); k - константа швидкості споживання кисню у суміші

					ЕКБ.БЕ5117.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

річкової та стічних вод в залежності від температури влітку (дорівнює 0,083), доба⁻¹; t - тривалість переміщення води від місця випуску до розрахункового створу становить:

$$t = \frac{L}{V_{\text{ср}} \cdot 24 \cdot 3600} = \frac{2500}{1,5 \cdot 24 \cdot 3600} = 0,019 \text{ доб}, \quad (4.4.2)$$

де L - відстань по фарватеру річки від місця випуску стічних вод до розрахункового створу, м (згідно завдання дорівнює 2500 м); V_{ср}- середня швидкість течії води в річці між випуском стічних вод і розрахунковим створом, м/с (згідно завдання дорівнює 1.5 м/с).

Розрахунок допустимого БСК_{повн} стічних вод, що скидаються у водойму, за розчиненим у воді киснем, без урахування поверхневої реаерації водойми. Потрібна концентрація розчиненого кисню у воді річки для літніх умов буде забезпечена, якщо БСК_{повн} стічних вод не буде перевищувати величину:

$$C_{\text{БСК}}^{O_2} = \frac{\gamma \cdot Q}{0,4 \cdot Q_{\text{ср.с.}}} \left(O - 0,4 \cdot C_{\text{БСК}}^{\phi} - O_{\text{min}} \right) - \frac{O_{\text{min}}}{0,4} = \frac{0,993 \cdot 18}{0,4 \cdot 0,7527} \cdot (8 - 0,4 \cdot 3 - 6) - \frac{6}{0,4} = 32,5 \text{ мг/дм}^3, \quad (4.4.3)$$

де $C_{\text{БСК}}^{O_2}$ - БСК_{повн} стічних вод, яке потрібно досягнути в процесі очищення, мг/дм³; O_ф - фонові концентрації розчиненого кисню у воді річки до місця випуску стічних вод, мг/дм³ (згідно завдання дорівнює 8 мг/дм³); O_{min} - найменша концентрація розчиненого кисню, яка повинна бути забезпечена у водоймі (дорівнює 6 мг/дм³), мг/дм³; $C_{\text{БСК}}^{\phi}$ - фонові значення БСК_{повн} у воді річки до місця випуску стічних вод, мг/дм³ (згідно завдання дорівнює 3 мг/дм³); 0,4 - коефіцієнт для перерахунку БСК_{повн} у БСК₂ [9].

За розрахункові значення БСК_{повн} приймаємо менше з двох отриманих у попередніх розрахунках – 3,29 мг/дм³. Отримані значення концентрації завислих речовин – 24,18 мг/дм³ - свідчить про достатність повного біологічного очищення, тоді як значення БСК_{повн} (3,29 мг/дм³) свідчить про потребу у доочищенні, бо повне біологічне очищення дозволяє досягти значень БСК_{повн}=15 мг/дм³, C_{зр}=15 мг/дм³. Отже, необхідно спроектувати споруди для доочищення стічних вод – біологічні ставки.

					ЕКБ.БЕ5117.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.5 Розрахунок первинних відстійників

Ефективність E_{set} відстоювання обумовлюється тим, що на біологічне очищення рекомендується подавати воду з вмістом завислих речовин, який не перевищує 150 мг/дм^3 . Ефективність видалення завислих речовин у первинних відстійниках:

$$E_{set} = \frac{C_{zp}^n - C_{zp}^k}{C_{zp}^n} \cdot 100 = \frac{208 - 150}{208} \cdot 100 = 28 \%, \quad (4.5.1)$$

Тривалість відстоювання стічних вод, при якій забезпечується необхідний ефект прояснення стічних вод становить: $t_{set} = 535 \text{ с}$.

Гідравлічна крупність частинок, які будуть затримуватись у первинних відстійниках, становить:

$$U_o = \frac{1000 \cdot K_{set} \cdot H_{set}}{\alpha \cdot t_{set} \cdot \left(\frac{K_{set} \cdot H_{set}}{h} \right)^{n_2}} = \frac{1000 \cdot 0,45 \cdot 3,0}{1 \cdot 0,535 \cdot \left(\frac{0,45 \cdot 3,0}{0,5} \right)^{0,2}} = 2,06 \text{ мм/с}, \quad (4.5.2)$$

де K_{set} - коефіцієнт використання зони об'єму, залежить від типу відстійника (для радіального відстійника дорівнює 0,45) [9]; H_{set} - робоча глибина відстійника (дорівнює 3 м); α - коефіцієнт, що враховує температуру стічних вод (дорівнює 1) [9]; t_{set} - тривалість відстоювання (з попередніх розрахунків дорівнює 535 с), с; h - висота циліндра (дорівнює 0,5 м), м; n_2 - показник степеня, який залежить від агломерації частинок (дорівнює 0,2) [9].

Визначаємо продуктивність одного первинного відстійника. Для радіального відстійника:

$$q_{set} = 2,8 \cdot K_{set} \cdot (D^2 - d^2) (U_o - v) = 2,8 \cdot 0,45 (24^2 - 1,6^2) (2,06 - 0) = 1488 \text{ м}^3/\text{год}, \quad (4.5.3)$$

де D - діаметр відстійника (дорівнює 24 м), м^2 ; d - діаметр розподільного пристрою радіального відстійника (дорівнює 1,6 м), м^2 ; v - турбулентна складова, приймаємо за 0.

					ЕКБ.БЕ5117.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При визначенні розмірів відстійника орієнтуємося на розміри типових споруд [9, табл. 12.4-12.6]. Кількість відстійників повинна бути не менша двох. Кількість первинних відстійників визначається за формулою:

$$N = \frac{Q_{\max}}{q_{\text{set}}} = \frac{4029}{1488} = 2,7 = 3 \text{ шт}, \quad (4.5.4)$$

де Q_{\max} – максимальна витрата суміші стічних вод (дорівнює 4029 м³/год), м³/год.

Розраховуємо фактичну продуктивність одного відстійника діаметром 24 м:

$$q_{\phi} = \frac{Q_{\max}}{N_{\phi}} = \frac{4029}{3} = 1343 \text{ м}^3/\text{год}. \quad (4.5.5)$$

Фактична гідравлічна крупність затриманих частинок становить:

$$U_o^{\phi} = \frac{q_{\phi}}{2,8 \cdot K_{\text{set}} \cdot (D^2 - d^2)} = \frac{1343}{2,8 \cdot 0,45 \cdot (24^2 - 1,6^2)} = 1,85 \text{ мм/с}. \quad (4.5.6)$$

Фактична тривалість перебування стічних вод у первинному відстійнику становить:

$$t_{\text{set}}^{\phi} = \frac{1000 \cdot K_{\text{set}} \cdot H_{\text{set}}}{U_o^{\phi} \cdot \alpha \cdot \left(\frac{K_{\text{set}} \cdot H_{\text{set}}}{h} \right)^{n_2}} = \frac{1000 \cdot 0,45 \cdot 3,0}{1,85 \cdot 1,0 \cdot \left(\frac{0,45 \cdot 3,0}{0,5} \right)^{0,2}} = 598 \text{ с}. \quad (4.5.7)$$

Фактична ефективність прояснення стічних вод при $C_{\text{поч}}$ і t_{set}^{ϕ} становить (дод. К, табл. К.1): $E^{\phi} = 35,3 \%$.

При отриманому E^{ϕ} концентрація завислих речовин:

$$C_{\text{зр}}^{\kappa, \phi} = C_{\text{зр}}^n - \frac{E^{\phi} \cdot C_{\text{зр}}^n}{100} = 208 - \frac{35,3 \cdot 208}{100} = 134,6 \text{ мг/дм}^3. \quad (4.5.8)$$

					ЕКБ.БЕ5117.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Приймаємо радіальний тип відстійника. Обираємо розміри [5]:

Діаметр, м	24
Типовий проект	ТП 902-2-363.83
Діаметр розподільного пристрою, м	1,6
Гідравлічна глибина, м	4,4
Висота зони осаду, м	0,3
Об'єм зони осаду, м ³	210

4.6 Розрахунок загальної витрати осадів

Для розрахунку аеробного стабілізатора потрібно визначити витрату сухої речовини осаду:

$$O_{\text{сух}} = C_{\text{ЗР}}^{\text{сум.}} \cdot E \cdot k \cdot Q_{\text{сум. доб}} = \frac{208 \cdot 0.35 \cdot 1.1 \cdot 65000}{10^6} = 5.2 \text{ т/доб}, \quad (4.6.1)$$

де $C_{\text{ЗР}}^{\text{сум.}}$ - концентрація завислих речовин в суміші побутових і виробничих стічних вод міста (за розрахунками 208 мг/дм³), мг/дм³; E - ефект затримання завислих речовин у первинних відстійниках (дорівнює 35%), %; k - коефіцієнт, що враховує крупні частинки, які не уловлюються при відборі проб (дорівнює 1,1); $Q_{\text{сум. доб.}}$ - розрахункова витрата стічних вод міста та підприємства (65000 м³/добу), м³/добу.

Визначаємо витрату надлишкового активного мулу:

$$M_{\text{сух}} = \frac{Q_{\text{сум. доб}} \cdot (P - b)}{10^6} = \frac{65000(119.1 - 15)}{10^6} = 6.76 \text{ т/доб}, \quad (4.6.2)$$

де P - приріст активного мулу, мг/дм³; b - концентрація активного мулу в стічній воді на виході із вторинних відстійників, 15 мг/дм³.

$$P = 0.8 C_{\text{ЗР}}^a + 0.3 \text{ БСК}_a = 0.8 \cdot 134.6 + 0.3 \cdot 216 = 119.1 \text{ мг/дм}^3, \quad (4.6.3)$$

де $C_{\text{ЗР}}^a$ - концентрація завислих речовин на вході в аеротенк, яка дорівнює за розрахунками 134,6 мг/дм³, БСК_a - концентрація органічних

					ЕКБ.БЕ5117.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

речовин за БСК на вході в аеротенк (дорівнює 216 мг/дм^3), визначаємо як:

$$\text{БСК}_a = C_{\text{сум, БСК}} - (C_{\text{сум, БСК}} \cdot E_{\text{п.в.}}) = 254 - (254 \cdot 0,15) = 216 \text{ мг/дм}^3, \quad (4.6.4)$$

де $C_{\text{сум, БСК}}$ - концентрація органічних речовин за БСК у суміші стічних вод міста і фабрики первинної обробки вовни, мг/дм^3 , $E_{\text{п.в.}}$ - ефективність очистки на первинному відстійнику (приймаємо 15%).

Кількість за беззольною речовиною осаду ($O_{\text{без}}$) та надлишкового активного мулу ($M_{\text{без}}$) визначають за формулами:

$$O_{\text{без}} = \frac{O_{\text{сyx}} \cdot (100 - B_{\text{oc}}) \cdot (100 - Z_{\text{oc}})}{10^4} = \frac{5.2(100-5)(100-30)}{10^4} = 3.45, \text{ м/доб}, \quad (4.6.5)$$

$$M_{\text{без}} = \frac{M_{\text{сyx}} \cdot (100 - B_{\text{м}}) \cdot (100 - Z_{\text{м}})}{10^4} = \frac{6.76(100-5)(100-30)}{10^4} = 4.49, \text{ м/доб}, \quad (4.6.6)$$

де B_{oc} та $B_{\text{м}}$ - гігроскопічна вологість осаду та активного мулу, яка приймається 5%; Z_{oc} та $Z_{\text{м}}$ - зольності, відповідно, осаду та активного мулу, які для побутових стічних вод приймають рівними 30%.

Витрати осаду та активного мулу фактичної вологості за умови, що їх густина дорівнює 1 т/м^3 , визначають за формулами:

$$V_{\text{oc}} = \frac{100 \cdot O_{\text{сyx}}}{(100 - W_{\text{oc}})} = \frac{100 \cdot 5.2}{100 - 95} = 104, \text{ м}^3/\text{добу}, \quad (4.6.7)$$

$$V_{\text{м}} = \frac{100 \cdot M_{\text{сyx}}}{(100 - W_{\text{м}})} = \frac{100 \cdot 6.76}{100 - 99.4} = 1126, \text{ м}^3/\text{добу} \quad (4.6.8)$$

де W_{oc} - вологість осаду, яка приймається: при самопливному видаленні – 95 %, $W_{\text{м}}$ - вологість ущільненого мулу, 99,4 % [5, табл. 58].

Вміст сухої речовини у осаді:

$$S_{\text{сyx}} = O_{\text{сyx}} + M_{\text{сyx}} = 5.2 + 6.76 = 11.9 \text{ м/доб}. \quad (4.6.9)$$

Вміст беззольної речовини осади:

$$S_{\text{без}} = O_{\text{без}} + M_{\text{без}} = 3.45 + 4.49 = 7.9 \text{ м/доб}. \quad (4.6.10)$$

Загальна витрата осаду та активного мулу:

$$V_{\text{заг}} = V_{\text{oc}} + V_{\text{м}} = 104 + 1126 = 1230 \text{ м}^3/\text{доб}. \quad (4.6.11)$$

Загальна вологість суміші осаду та активного мулу:

					ЕКБ.БЕ5117.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$W_{заг} = 100 \cdot \left(1 - \frac{S_{сух}}{V_{заг}}\right) = 100 \cdot \left(1 - \frac{11.96}{442}\right) = 97.3\% . \quad (4.6.12)$$

Загальна зольність суміші осаду та активного мулу [9]:

$$Z_{заг} = \left[1 - \frac{S_{без}}{O_{сух} \cdot \left(\frac{100 - B_{ос.}}{100}\right) + M_{сух} \cdot \left(\frac{100 - B_{м.}}{100}\right)}\right] \cdot 100 = \left[1 - \frac{7.9}{5.2 \cdot \left(\frac{100 - 5}{100}\right) + 6.76 \cdot \left(\frac{100 - 5}{100}\right)}\right] \cdot 100 = 30\% . \quad (4.6.13)$$

4.7 Розрахунок і проектування аеробного стабілізатора

Розрахунковий об'єм аеробного стабілізатора складає:

$$V_{ac} = V_{заг} \cdot t_{ac} = 442 \cdot 7 = 3094 \text{ м}^3, \quad (4.7.1)$$

де t_{ac} - тривалість стабілізації осаду при температурі, яка приймається рівною мінімальній середньомісячній температурі стічних вод, 6 діб.

При розпаді в процесі аеробної стабілізації 40 % беззольної речовини осадів (X) маса сухої речовини аеробно стабілізованого осаду складе:

$$M_{сух}^{ac} = S_{сух} - S_{без} \cdot \frac{(100 - X)}{100} = 11.96 - 7.94 \cdot \frac{(100 - 40)}{100} = 7.2 \text{ т/доб} . \quad (4.7.2)$$

Ущільнення аеробно стабілізованого осаду доцільно здійснювати у спеціально виділеній зоні в середині аеробного стабілізатора. Об'єм зони ущільнення осаду при цьому складе:

$$V_{з.у.} = V_{заг} \cdot t_y : 24 = 442 \cdot 5 : 24 = 92 \text{ м}^3, \quad (4.7.3)$$

де t_y - тривалість ущільнення аеробно стабілізованого осаду, яка приймається 5 годин [9].

Аеробну стабілізацію влаштовують у спорудах типу коридорних аеротенків. Обираємо аеротенк-витиснювач з такими параметрами [5]:

Робочий об'єм секції, м ³	1550
Довжина секції, м	42
Ширина коридору, м	4.5
Робоча глибина, м	4.4
Число коридорів, шт	4
Кількість секцій, шт	2

					ЕКБ.БЕ5117.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кількість секцій аеробного стабілізатора при цьому складе:

$$N_{ac} = \frac{(V_{ac} + V_{з.у.})}{V_1} = \frac{(3094 + 92)}{1550} = 1,9 \text{ шт}, \quad (4.7.4)$$

де V_1 - об'єм однієї секції аеробного стабілізатора, м^3 . Приймаємо кількість секцій – 2.

Фактичний сумарний об'єм аеробного стабілізатора при цьому складе:

$$V_{a.c.}^{\phi} = (V_1 \cdot N_{a.c.}^{\phi}) - V_{з.у.} = (1550 \cdot 2) - 92 = 3008 \text{ м}^3, \quad (4.7.5)$$

Витрата повітря, що подається в аеробний стабілізатор:

$$Q_{нов.}^{a.c.} = V_{a.c.}^{\phi} \cdot q_{ac} = 3008 \cdot 2 = 6016 \text{ м}^3/\text{год}, \quad (4.7.6)$$

де $q_{a.c.}$ - питома витрата повітря, $\text{м}^3/\text{год}$ на 1 м^3 об'єму аеробного стабілізатора. Приймається в залежності від вологості суміші осаду і надлишкового активного мулу і становить $2 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$ [5].

Інтенсивність аерації при цьому складає:

$$I = \frac{Q_{нов.}^{a.c.} \cdot H}{V_{a.c.}^{\phi}} = \frac{6016 \cdot 4.4}{3008} = 8,8 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{год}), \quad (4.7.7)$$

Витрата аеробно стабілізованого осаду складає:

$$V_{заг.}^y = \frac{M_{сух.}^{a.c.} \cdot 100}{100 - W_{a.c.}^y} = \frac{7.2 \cdot 100}{100 - 96,5} = 205,7 \text{ м}^3/\text{добу}, \quad (4.7.8)$$

де $W_{a.c.}^y = 96,5$ – вологість аеробно стабілізованого осаду [5].

Мулова вода направляється в аеротенки у кількості [9]:

$$V_{м.в.} = V_{ac} - V_{заг.}^y = 3094 - 205.7 = 2888 \text{ м}^3/\text{доб.} \quad (4.7.9)$$

У ході виконання дипломного проекту було спроектовано аеробний стабілізатор за типовим проектом ТП 902-2-363.83. Аеробний стабілізатор має такі характеристики:

1. Робочий об'єм секції — 1550 м^3 ;
2. Кількість секцій — 2 штуки;
3. Довжина секції — 42 м;

					ЕКБ.БЕ5117.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. Ширина коридору — 4,5 м;
5. Робоча глибина — 4,4 м;
6. Число коридорів — 4 штуки.

					ЕКБ.БЕ5117.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ

Охорона праці - це система збереження життя і здоров'я працівників в процесі трудової діяльності, що включає в себе правові, соціально-економічні, організаційно-технічні, санітарно-гігієнічні, лікувально-профілактичні, реабілітаційні та інші заходи.

Згідно до чинного наказу робітник зобов'язаний:

1. дбати про особисту безпеку і здоров'я, а також про безпеку та здоров'я оточуючих людей в процесі виконання будь-яких робіт чи під час перебування на території підприємства;
2. знати і виконувати вимоги нормативно-правових актів з охорони праці, правила поведінки з машинами, механізмами, устаткуванням та іншими засобами виробництва, користуватися засобами колективного та індивідуального захисту;
3. дотримуватись зобов'язань з охорони праці, передбачених колективним договором (угодою, трудовим договором) та правилами внутрішнього трудового розпорядку підприємства;
4. своєчасно розпочинати та закінчувати роботу; не приступати до роботи в хворобливому стані, в стані наркотичного, токсичного або алкогольного сп'яніння; співробітничати з адміністрацією цеху в справі в організації безпечних і нешкідливих умов праці;
5. знати місце знаходження засобів гасіння пожежі і правила їх використання і т.д. [7].

Охорона довкілля - система заходів щодо раціонального використання природних ресурсів, збереження цінних та унікальних природних комплексів і забезпечення екологічної безпеки.

Стічні води фабрики первинної обробки вовни попередньо очищаються перед скидом у центральну каналізацію. Стічні води міста Чернігів та підприємства доведені до норми по всім показникам і скидаються у водойму.

Очищення стічних вод відбувається у такій послідовності:

					ЕКБ.БЕ5117.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Механічне очищення включає в себе очистку на решітках-дробарках, пісколовках, первинних відстійниках. Відбувається вилучення сміття, піску, ґрунту тощо.

2. Біологічне очищення проходить в аеротенку, біологічному ставку.

3. Знезараження відбувається за допомогою хлорної води у контактному резервуарі.

4. Обробка осадів здійснюється аеробним стабілізатором, де проходить стабілізація осаду за участю повітря та мікроорганізмів. За допомогою мулоущільнювача відбувається ущільнення осаду, мулова вода поступає в голову очисних споруд. Знезараження проходить при температурі 65 °С. Далі осад поступає на фільтр-прес для зневоднення і вже будучи стабілізованим, вивозиться.

					ЕКБ.БЕ5117.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

Результатом виконання дипломного проекту є вибір та обґрунтування технології попереднього очищення стічних вод фабрики первинної обробки вовни з витратою 5000 м³/добу та технології біологічного очищення суміші стічних вод міста Чернігів та первинної обробки вовни з витратою 65000 м³/добу.

Протягом виконання проекту було:

- Розглянуто характеристику фізико-хімічного складу стічних вод фабрики первинної обробки вовни;
- Обрано технологію попереднього очищення стічних вод фабрики первинної обробки вовни, за допомогою якої показники якості стічної води доводяться до допустимих значень для скиду до системи централізованого водовідведення згідно чинного Наказу Мінрегіону України від 1 грудня 2017 року [7];
- обрано та обґрунтовано технологію біологічного очищення стічних вод, обробки осаду міста та фабрики первинної обробки вовни;
- розраховано первинні відстійники, аеробний стабілізатор, загальну витрату осадів;
- розроблено креслення аеробного стабілізатора, технологічна та апаратурна схема технології біологічного очищення стічних вод міста та фабрики первинної обробки вовни;
- обґрунтовано важливість охорони праці та довкілля.

					ЕКБ.БЕ5117.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Сидорцов, В. И. Шерстование с основами менеджмента качества и маркетинга шерстяного сырья : учеб. / В. И. Сидорцов, Н. И. Белик, И. Г. Сердюков. – Москва : Колос ; Ставрополь : АГРУС, 2010. – 288 с.
2. Водоотведение и очистка сточных вод / Яковлев С.В., Воронов Ю.В. // Учебник для вузов. - М.: Изд-во АСВ, 2006. -704 с.
3. Саблій Л. А., Бунчак О. М., Жукова В. С., Россінський В. М. Обладнання та проектування в біоенергетиці та водоочищенні і управління безпекою праці. Підручник. / Під ред. Л. А. Саблій. – Рівне : НУВГП, 2016. – 356 с.
4. Янко В.Г., Янко Ю.Г. Обработка осадков сточных вод в метантенках. -Киев, Будивельник. 1978.-120 с.
5. Канализация населенных мест и промышленных предприятий / Н.И. Лихачев, И.И. Ларин, С.А. Хаскин и др. под общей редакцией В.Н.Самохина. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1981. – 639 с., ил. – (Справочник проектировщика)
6. Treatment of Wool Scouring Waste Using Anaerobic Digestion with and without Chemicals Addition // Authors: M. Z. Othman / Vol:4, No:2, Year:2010.
7. Правила приймання стічних вод до системи централізованого водопостачання / Наказ Мінрегіону України від 1 грудня 2017 р. №3161 // Офіційний вісник України № 010 від 02.02.2018.
8. ДБН В.2.5-75:2013. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування / «Укрводоканалпроект». – К.: Мінрегіон України, 2013. – 134 с.
9. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Біотехнології очищення води» напряму підготовки 6.051401 біотехнологія. Електронне видання. Уклад.: Саблій Л.А., Бойчук С.Д., Жукова В.С. – К.: НТУУ «КПІ», 2013.–58с.
- 10.Ковальчук В.А. Очистка стічних вод. – Рівне: ВАТ «Рівненська Друкарня», - 2002. – 622 с

					ЕКБ.БЕ5117.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11. Мосин О.В. «Биологическая очистка сточных вод». –М.: Высшая школа, 2006. – 150 с.

12. Григорьева К. И., Сидорова Л. П. Проект аэробной очистки сточных вод для водочистительных станций // Фундаментальные и прикладные исследования в области естественных и технических наук: Материалы Междунар. науч.-практ. конф. Белгород, 2018. С. 60–64.

13. Сидорова Л. П., Снигирева А. Н. Очистка сточных и промышленных вод. Ч. II. : [Электронный ресурс] : Биохимическая очистка. Активный ил. Оборудование. Екатеринбург. 2017. 127 с.

14. Жмур Н. С. Методы санитарно-биологического контроля. Методическое руководство по гидробиологическому и бактериологическому контролю процесса биологической очистки на сооружениях с аэротенками. М.: ООО «АКВАРОС». 2017. 65 с.

15. Usachova, K. The development and manufacturing application of the methods of activated sludge quality regeneration / K. Usachova // The Material of 16 International Environmental Project Olympiad, Turkey, Istanbul, 1–4 June 2008. – Istanbul, 2008. – P. 55.

16. Коршунова, Т.Ю. Микробиологические процессы на очистных сооружениях / Т.Ю. Коршунова, Н.Н. Силищев, О.Н. Логинов. – Уфа : Издательство «Реактив», 2005. – 62 с

17. Наливайко, Н.Г. Микробиология воды: учебное пособие / Г.Н. Наливайко. – Томск : Издательство Томского политехнического университета, 2006. – 139 с

18. Промислова екологія: Навчальний посібник / С.О. Апостолук., В.С. Джигирей, А.С. Апостолук та ін. – К.: Знання, 2005. – 474 с.

19. Химия и микробиология воды: учебник для студ. инженер.-строит. вузов / П.Р. Траубе, А.Г. Баранова. - М. : Высш. шк., 2000. - 280 с

20. Боровых Е.П. Процесс денитрификации в биологической очистке сточных вод и методики расчета // Вода: химия и экология. — 2011. — № 11. — с. 85-89

					ЕКБ.БЕ5117.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

21. Milenko R., Zupančič Gr. THERMOPHILIC AEROBIC DIGESTION OF WASTE ACTIVATED SLUDGE // in Vodni dnevi. — 2001, p. 213.

22. Филиппов В.Н., Зиновьев А.П., Рыжов Г.И. и др. Оборудование и технология очистки сточных вод, примеры расчета на ЭВМ. - Уфа: Изд-во УГНТУ, 2003.

23. Курников А.С. Вопросы проектирования современных систем очистки сточных вод // Журн. ун-та вод. коммуникаций. - 2012. - №1. - с. 154-164.

24. Хенце М. Очистка сточных вод: Пер. с англ./ Хенце М., Армоэс П., Ля-Кур-Янсен Й., Арван Э.- М.: Мир, 2006. – 480 с.

25. Безопасность жизнедеятельности: Учебник для ВУЗов, 2-е изд. / Под ред. Л. А. Михайлова. – С. Пб.: Питер, 2009. - 461 с.

					ЕКБ.БЕ5117.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Специфікація обладнання

Позиція	Позначення	Найменування	Кіль- кість	Маса кг	Примітки
1	2	3	4	5	6
ПЗ-1		Повітрязабірник, діаметр труби 300 мм, висота складає 4 м.	2		Збірний
Ф-2		Фільтр попередньої очистки, ефективність очищення складає 85%	4		Збірний
В-3		Повітрעדувка потужністю 250 кВт, продуктивність 140 м ³ /хв	2		Збірний
Б-4		Балон для зберігання газоподібного хлору, місткість 50 л	4		Збірний
Д-6	ДК-40	Дозатор ваговий	2		Збірний
Р-7	ВЕЕ	Реактор для приготування хлорної води з	2		Неіржав. сталь

					ЕКБ.БЕ5117.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

		пневматичним перемішуванням, місткістю 5 м³.			12X18H10 Т
Н-8, Н-18.1		Насос відцентровий.	2		Збірний
РД-9	РММВ-1000	Решітки-дробарки зі швидкість потoku 0,9 м/с, розмір прорізів 0,016 м. Пропускна здатність більше 60%.	2	1690	Збірний
П-10		Пісковловлювач з середньою швидкістю руху 0,3 м³/добу.	2		Збірний
В-11		Первинний відстійник радіальний з діаметром розподільчого пристрою 1,6 м, гідравлічна глибина 4,4, висота зони осаду 0,3 м. Тривалість відстоювання 598 с.	4		Збірний

					ЕКБ.БЕ5117.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

A-12		Аеротенк глибиною 4,4 м, аерація - 3 г/дм ³ . Система аерації глибинно- напірного типу.	2		Збірний
B-13		Вторинний відстійник, діаметром 24 м, глибина 2 м.	4		Збірний
C-14		Біологічний ставок розміром 0,4 га, глибина 1 м.	3		Збірний
P-15		Реактор для змішування хлорної води зі стічною типу «Лоток Паршалья» широною 600 м, довжиною 13,63 м.	2		Неіржав. сталь 12Х18Н10 Т
KP-16		Контактний резервуар глибиною 3,2 м, широною 6 м, з продуктивністю 65 тис. м ³ /доб.	2		Збірний

					ЕКБ.БЕ5117.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

АС-17		Аеробний стабілізатор з робочим об'ємом секції 1550 м ³ , довжина секції 42 м, ширина коридору 4,4 м, робоча глибина 4,4 м, кількість секцій 2 шт.	1		Збірний
МУ-18		Мулоущільнювач з тривалістю ущільнення 4 год, вологість ущільненого осаду 95%	4		Збірний
КД-19		Камера дегільмінтизації довжиною 4 м, шириною 1,2 м, продуктивність 0,5 м ³ /год.	2		Неіржав. сталь 12Х18Н10 Т
Ф-20		Стрічковий фільтр-прес з потужністю 3 кВт, шириною стрічок 900 мм, швидкість стрічок 7 м/хв.	8		Збірний

					ЕКБ.БЕ5117.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ММ-21		Аварійний муловий майданчик, вологість осаду 70-80%.	2		
ПМ-22		Пісковий майданчик для підсушування піщаної пульпи. Навантаження 3 м ³ /м ²	2		

					ЕКБ.БЕ5117.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		